

**ALISSON ANDRÉ VICENTE CAMPOS**

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS  
EM LAVOURAS DE CAFÉ ARÁBICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Cláudio Pagotto Ronchi

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal**

T

C198s  
2020  
Campos, Alisson André Vicente, 1986-  
Seletividade de herbicidas e controle de plantas daninhas em lavouras de café arábica / Alisson André Vicente Campos. – Florestal, MG, 2020.  
111 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Cláudio Pagotto Ronchi.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. *Coffea arabica*. 2. *Digitaria insularis*. 3. Manejo integrado. 4. Tecnologia de aplicação. 5. Plantas daninhas. 6. Controle químico. I. Universidade Federal de Viçosa. Instituto de Ciências Agrárias. Mestrado em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários. II. Título.

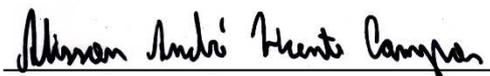
ALISSON ANDRÉ VICENTE CAMPOS

**SELETIVIDADE DE HERBICIDAS E CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS  
EM LAVOURAS DE CAFÉ ARÁBICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 03 de fevereiro de 2020.

Assentimento:



---

Alisson André Vicente Campos  
Autor



---

Cláudio Pagotto Ronchi  
Orientador

À minha mãe, Madalena, ao meu pai Aílton (*In memoriam*), aos meus irmãos Alexandre, Taís e Fábio e à minha noiva Sabrina, pelo amor, apoio e por serem a minha base e grandes incentivadores.

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Maria Madalena Vicente, ao meu pai (*In memoriam*), Aílton Fidélis Campos e aos meus irmãos, Alexandre, Taís e Fábio, por sempre me apoiarem e incentivarem a lutar pelos meus ideais.

À minha noiva, pelo amor, companheirismo e cumplicidade.

À Bárbara Bordin, pela amizade, companhia, discussões técnicas, paciência, profissionalismo e dedicação.

Aos amigos da equipe de laboratório EPECafé, Luiz Borges, Júlia Resende, Alisson Borges, Felipe Rodrigues, Luan Barbosa, Jeane Natália, pela ajuda, disposição, companheirismo e troca de experiências.

Aos colegas do Programa de Mestrado MCENA, Alan Saldanha, Isadora Medina e Rayane, pelos momentos de convívio, ajuda, estudos e amizade.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), e particularmente ao Instituto de Ciências Agrárias (IAF), pela oportunidade e apoio para a realização do mestrado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao professor Antônio Alberto da Silva, pelo apoio para realização de análises no Departamento de Agronomia da UFV.

Aos membros da banca, Professor Ronaldo Goulart Magno Júnior e Dr. Felipe Paolinelli de Carvalho, por todas as contribuições e correções neste trabalho.

Ao professor Marihus Altoé Baldotto, por flexibilizar o espaço e equipamentos do Laboratório de Solos para as análises de tecidos vegetais.

Ao professor Eduardo Gusmão Pereira, pelo empréstimo de equipamentos.

Aos técnicos de laboratório Itamar Duarte Santos e Débora Durães, pela amizade, companhia nas jornadas no laboratório, ensinamentos e experiências passadas durante as análises nutricionais de tecidos das plantas daninhas.

Aos funcionários do Instituto de Ciências Agrárias Ricardo, Dionísio, Custódio, Ronaldo, Rose e Amanda, pela colaboração e amizade.

Ao Ronaldo Campos e ao Ploi pela doação das mudas de café para realização dos experimentos em casas de vegetação.

Aos meus amigos Raphael Melo, Hend, Lucas Custódio e Eric Vinícius, pela companhia, ajuda, momentos de descontração, acolhimento e amizade.

Ao proprietário da Fazenda Platô Azul, senhor Élio Carneiro Júnior, pela concessão da área experimental, aporte financeiro e logístico.

Aos funcionários da Fazenda Platô Azul, Thiago, Marcos, Zezinho e, em especial, ao Eng. Agr. Aldair Ribeiro, por todo apoio, determinação, contribuição técnica, profissionalismo e amizade.

Ao meu orientador, Professor Cláudio Pagotto Ronchi, pelos ensinamentos, disponibilidade, dedicação, confiança e amizade.

E por fim, àqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigado!

## **BIOGRAFIA**

Alisson André Vicente Campos nasceu em Luz – MG, Brasil, em 01 de janeiro de 1986. É filho de Aílton Fidélis Campos e Maria Madalena Vicente. Em dezembro de 2003, concluiu o ensino médio pela Escola Estadual Miguel Gontijo em Bom Despacho – MG, em fevereiro de 2015 colou grau no curso de Agronomia, pela Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Florestal. Em dezembro de 2016 concluiu MBA em Fitossanidade, pelo Instituto Agronômico de Campinas. Em março de 2018 ingressou no Mestrado em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários, na Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Florestal.

"Eu não quero acreditar, eu quero conhecer."

Carl Sagan

## RESUMO

CAMPOS, Alisson André Vicente, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2020. **Seletividade de herbicidas e controle de plantas daninhas em lavouras de café arábica.** Orientador: Cláudio Pagotto Ronchi.

As plantas daninhas podem afetar o crescimento do cafeeiro e por isso devem ser manejadas, tanto na linha como na entrelinha. Todavia, os métodos de controle empregados podem também ter efeito negativo sobre o cafeeiro. Neste trabalho os objetivos foram avaliar, a médio prazo, o crescimento de mudas de café em resposta ao controle químico de plantas daninhas na linha de plantio; a eficácia de controle de *Digitaria insularis* e a seletividade ao cafeeiro de misturas em tanque de inibidores da ACCase e ALS; e testar associações de métodos de controle no manejo na entrelinha de lavouras adultas. Foram conduzidos quatro experimentos no delineamento em blocos ao acaso, sendo dois em lavouras comerciais na Região do Cerrado Mineiro e os outros dois em casa de vegetação no *Campus* UFV - Florestal. No primeiro experimento foram testados os principais controles químicos de plantas daninhas atualmente adotados na linha de plantio durante os seis meses de implantação da lavoura, e seus efeitos no crescimento do cafeeiro, avaliados por dois anos consecutivos. Verificou-se que o herbicida oxifluorfem, aplicado em jato dirigido, proporcionou o maior desempenho em crescimento, enquanto o glifosato, o pior ( $p < 0,05$ ). O cafeeiro apresentou intoxicação decorrente dos diferentes tratamentos, mas recuperou-se 530 dias após o transplântio (DAT). Não houve efeito dos tratamentos na catação do café ( $p > 0,05$ ). No segundo experimento, os herbicidas cletodim, haloxifope-p-metílico e clorimuirom-etílico isolados, e os dois últimos também em mistura em tanque e em aplicação sequencial, em doses de 0, 50, 100, 200 e 400% da dose recomendada, foram aplicados no topo de mudas, aos 42 DAT, em vasos em casa de vegetação. Foram avaliados o crescimento das mudas, as trocas gasosas e a morfologia radicular. Verificou-se que os graminicidas não causaram intoxicação e não afetaram ( $p > 0,05$ ) o crescimento nas mudas em nenhuma dose. Os tratamentos contendo clorimuirom-etílico causaram intoxicação nas mudas, porém, até a dose recomendada pelo fabricante apresentaram seletividade. As plantas tratadas com clorimuirom-etílico tiveram crescimento reduzido com aumento da dose ( $p < 0,05$ ). Os tratamentos não afetaram as trocas gasosas ( $p > 0,05$ ). O volume radicular reduziu-se com as doses de clorimuirom-etílico. No terceiro experimento, os herbicidas cletodim, haloxifope-p-metílico, fluazifope-p-butílico e clorimuirom-etílico,

isolados e associados, foram aplicados sobre *D. insularis*, em três estádios de desenvolvimento (dois a três, quatro a cinco e seis a sete perfilhos), avaliando-se, em seguida, a interação dessas moléculas no controle da espécie. Observou-se que todos os graminicidas controlaram de forma eficaz o capim-amargoso, independentemente do estádio ( $p < 0,05$ ). A mistura em tanque do clorimuró-etílico com fluazifop-p-butílico foi antagônica quando aplicada em estádios mais tardios do capim-amargoso. Por fim, no quarto experimento, ao se testarem a trincha, roçadora e dessecação química (glifosato 0,72 kg ha<sup>-1</sup> e. a.), associando-os a diferentes larguras de faixa de controle a partir da projeção da copa, verificou-se que o manejo da entrelinha com glifosato promoveu menor diversidade de plantas daninhas, todavia reduziu em 20% o número de operações ao longo do ano, gerou menor quantidade de palhada, reciclando menores conteúdos de nutrientes. Não houve efeito das diferentes larguras de faixas de controle a partir da projeção da copa sobre o crescimento e produtividade do cafeeiro no biênio avaliado. Concluiu-se que o herbicida oxifluorfem apresentou melhor desempenho de seletividade até os 530 DAT em lavouras jovens, enquanto o glifosato, o pior, mesmo em aplicação em jato dirigido, devendo essas, portanto, serem realizadas com cautela. O uso de clorimuró-etílico sobre a copa do cafeeiro apresentou seletividade nas doses recomendadas, mas não em doses superiores. Aplicações de herbicidas inibidores da ACCase foram eficientes no controle de capim-amargoso e seletivas ao cafeeiro, mas mistura em tanque de fluazifop-p-butílico com clorimuró-etílico foi antagônica, quando aplicada em estádios tardios. As faixas de controle não afetaram o crescimento e a produtividade, a curto prazo, independentemente do manejo na entrelinha. O manejo do glifosato reduziu as operações ao longo do ano. Não houve efeito dos manejos de entrelinha sobre a produção de café no biênio avaliado.

**Palavras-chave:** Antagonismo. *Coffea arabica*. *Digitaria insularis*. Manejo integrado. Mistura em tanque. Tecnologia de aplicação.

## ABSTRACT

CAMPOS, Alisson André Vicente, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February 2020. **Herbicide selectivity and weed control in arabian coffee.** Advisor: Cláudio Pagotto Ronchi.

Weeds can affect the growth of coffee tree crops; therefore, they must be managed in both intra and inter-rows. However, the control methods employed can also have a negative effect on coffee tree. In this work, the objectives were to evaluate, in a medium term, the growth of coffee seedlings in response to intra-row weeds chemical control; the effectiveness of tank mixtures of ACCase and ALS inhibitor in *Digitaria insularis* control and its selectivity to coffee plants; and to test the association of weed control methods in inter-row weed management. For this purpose, a total of four randomized complete block design experiments were performed, in which, two on-farm experiments were performed on Cerrado Mineiro region, and two greenhouse experiments were performed at UFV *Campus* Florestal. In the first experiment, there were evaluated the main weed chemical controls adopted on the intra-row control of weed on the first six months after planting, and its effects on coffee trees growth were evaluated during two consecutive years. It was verified that oxyfluorfen herbicide, applied as a directed spray, resulted in the greater growth of coffee plants, while glyphosate, the lowest ( $p < 0,05$ ). The coffee plants showed some levels of intoxication due to different herbicide treatment, however recovered themselves after 530 days from plants transplanting. There was no significant effect on coffee first harvest ( $p > 0,05$ ). In the second experiment, the herbicides: clethodim, haloxyfop-p-methyl and chlorimuron-ethyl, including the last two also in tank mix and sequential application, in doses of 0, 50, 100, 200 and 400% of the recommended dose, were applied on the top of coffee seedlings, at 42 days after transplant in pot. Seedlings growth, gas exchange and root morphology were evaluated. It was found that the graminicides, in any dose, did not cause any intoxication or had any significant affect ( $p > 0,05$ ) on seedlings growth. High doses of chlorimuron-ethyl resulted in some levels of plants intoxication, however, using the recommend dose, no significant affects were observed. Plants treated with chlorimuron-ethyl resulted in reduced growth while increasing the herbicides doses ( $p < 0,05$ ). The herbicide treatments had no affects on gas exchange ( $p > 0,05$ ). Roots volume decreased when chlorimuron-ethyl was applied. In the third experiment, the herbicides: clethodim, haloxyfop-p-methyl, fluazifop-p-butyl and chlorimuron-ethyl

were applied, isolated or associated, over *D. insularis* plant in three growth stages (two to three, four to five and six to seven tillers). There was evaluated the interaction of those molecules on chemical control of *D. insularis*. All herbicides were effective on the chemical control of the this weed in any growth stage ( $p < 0,05$ ). The tank mixture of chlorimuron-ethyl with fluazifop-p-butyl was antagonistic when applied in later stages of bitter grass. In the fourth experiment, while testing mowing, brush-shredding and chemical desiccation (glyphosate 0,72 kg ha<sup>-1</sup> e. a.) methods, associated to different weed control strip widths from coffee tree canopy projection, it was verified that the inter-row chemical weed control promoted a smaller weed diversity, as well as a reduction in about 20% of the number of operations over the year, smaller straw amount, higher levels of nutrients, even though there was no significant effect on nutrients content ( $p > 0,05$ ). The different weed control strip widths did not affect either plants growth nor yielding of coffee trees. As a conclusion, the herbicide oxyfluorfen resulted in a better selectivity performance until 530 after plantation transplanting, while glyphosate resulted in the worst performance even when applied as a directed spray, which requires caution. The first harvest suffered no effects from herbicides treatments. The use of chlorimuron-ethyl over coffee tree canopy presents potential selectivity. Applications of ACCase inhibitor herbicides were both efficient to control of *D. insularis* and selective to coffee trees. Fluazifop-p-butyl and chlorimuron-ethyl tank mix presented antagonistic effect when applied in late stages. In a short term, the weed control strip widths did not affect plants growth or yielding. The use of glyphosate reduced the number of operations over the year and higher levels of nutrients recycling. There was no evidence of inter-row weed control effects over coffee trees yielding during the two evaluated years, even though higher yields were achieved.

**Keywords:** Antagonism. *Coffea arabica*. *Digitaria insularis*. Integrated weed management. Tank mixture. Chemical application technology.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	14
REFERÊNCIAS.....	17
CRESCIMENTO DO CAFEIEIRO EM RESPOSTA AO CONTROLE QUÍMICO UTILIZADO NA IMPLANTAÇÃO DA LAVOURA.....	20
RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	21
1. INTRODUÇÃO.....	22
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
2.1. Condições experimentais.....	23
2.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	26
2.3. Variáveis avaliadas.....	28
2.3.1. Levantamento Fitossociológico.....	28
2.3.2. Crescimento de plantas.....	28
2.3.3. Colheita.....	28
2.4. Análises estatísticas.....	29
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
CONCLUSÕES.....	43
REFERÊNCIAS.....	44
TOLERÂNCIA DE CAFEIROS E CONTROLE DE CAPIM-AMARGOSO COM HERBICIDAS INIBIDORES DA ACCASE APLICADOS ISOLADAMENTE OU EM MISTURAS EM TANQUE COM CLORIMUROM-ETÍLICO.....	48
RESUMO.....	48
ABSTRACT.....	49
1. INTRODUÇÃO.....	50
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	52
2.1 Experimento I.....	52
2.1.1. Condições experimentais.....	52
2.1.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	52
2.1.3. Variáveis avaliadas.....	53
2.1.3.1. Avaliações de intoxicação.....	53
2.1.3.2. Avaliações de crescimento.....	53
2.1.3.3. Avaliações de trocas gasosas.....	53

2.1.3.4. Avaliações destrutivas .....	54
2.1.4. Análises estatísticas .....	54
2.2 Experimento II .....	54
2.2.1. Delineamento experimental e tratamentos.....	55
2.2.2. Notas visuais de controle .....	55
2.2.3 Determinação da interação da mistura em tanque dos herbicidas .....	56
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
3.1 Experimento I .....	57
3.2 Experimento II .....	67
4. CONCLUSÕES .....	75
5. REFERÊNCIAS.....	76
INTERAÇÃO ENTRE FAIXAS DE CONTROLE E MANEJOS NA ENTRELINHA E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO NA REGIÃO DO CERRADO MINEIRO .....	80
RESUMO.....	80
ABSTRACT.....	81
1. INTRODUÇÃO .....	82
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	84
2.1. Condições experimentais .....	84
2.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	85
2.3. Variáveis avaliadas .....	86
2.3.1 Levantamento Fitossociológico .....	86
2.3.2. Determinação de nutrientes .....	86
2.3.3. Medições de crescimento.....	88
2.3.4. Colheita.....	88
2.4. Análises estatísticas .....	89
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	89
CONCLUSÕES .....	106
REFERÊNCIAS.....	107
CONCLUSÕES GERAIS.....	111

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é o maior produtor de café do mundo, com produção em 2019, ano de bialidade negativa, de 49,31 milhões de sacas, numa área de 1,81 milhão de hectares, sendo que 69,56% deste total correspondem a *Coffea arabica* L.. Apenas o estado de Minas Gerais produziu 24,6 milhões de sacas, sendo que a Região do Cerrado Mineiro respondeu por 18,7% da produção mineira (CONAB, 2019).

A predominância de operações mecanizadas nessa região requer maior largura da entrelinha (FERNANDES et al., 2012), o que por sua vez oferece condições favoráveis ao desenvolvimento de plantas daninhas (RODRIGUES, 2017). Por isso, o controle de plantas daninhas destaca-se como uma das mais importantes operações culturais nas lavouras de café dessa região, não necessariamente por impactar o custo de produção, (4,4% e 7,0% do custo operacional efetivo nos biênios 2014/2016 e 2016/2018, respectivamente), mas porquê seu emprego inadequado pode afetar fortemente o crescimento e a produtividade da lavoura, reduzindo a lucratividade da atividade cafeeira (RONCHI et al., 2014).

As plantas daninhas são caracterizadas pelo comportamento agressivo, marcado principalmente pela intensa produção de diásporos, descontinuidade na germinação, rápido crescimento vegetativo e florescimento num curto período (SILVA e SILVA, 2007; BRIGHENTI e OLIVEIRA, 2011; MONQUERO, 2014). As lavouras de cafés jovens apresentam elevada sensibilidade à interferência imposta por plantas daninhas na linha de plantio, sendo o grau de interferência influenciado fortemente pela densidade e espécie invasora (RONCHI et al., 2007).

Desta forma, a presença das plantas daninhas compromete o crescimento do cafeeiro, devido, em parte, ao desenvolvimento inicial mais lento da cultura (ALCÂNTARA e FERREIRA, 2000; RONCHI e SILVA, 2003; FIALHO et al., 2011; MAGALHÃES et al., 2012; RODRIGUES, 2017, FREITAS et al., 2018). Além disso, as plantas daninhas alteram as características fisiológicas relacionadas ao uso dos recursos (MATOS et al., 2013), dificultam os tratos fitossanitários e a colheita (RONCHI et al., 2014) e comprometem a produtividade (LEMES et al., 2010).

Todavia, as plantas daninhas têm papel importante na cobertura do solo nas entrelinhas, protegendo-o contra erosão, no aumento do teor de matéria orgânica, na reciclagem de nutrientes, além de contribuir para a manutenção da umidade e para a redução da temperatura do solo (FIALHO et al., 2011; MELLONI et al., 2013;

CARDOSO et al., 2018). A entrelinha é manejada tanto por controle mecânico através de trincha e roçadora ou por meio de herbicidas (SIQUEIRA et al., 2015).

Atualmente, uma das espécies de plantas daninhas que tem causado prejuízos e transtornos na cafeicultura é a *Digitaria insularis* (capim-amargoso), pertencente à família Poaceae. É uma espécie nativa de regiões tropicais e subtropicais da América (MACHADO et al., 2006), apresenta sementes com pilosidade, podendo ser transportadas por grandes distâncias pelo vento, reproduzem-se por sementes ou rizomas e apresentam diversos relatos sobre resistência devido a alterações quanto a absorção, translocação, local de ação e compartimentalização (KISSMAN, 1997; LEMES et al., 2010; GOMES et al., 2017; GAZOLA et al., 2018).

O Brasil detém a maior diversidade de espécies de *Digitaria* identificadas, sendo 26 espécies nativas e 12 exóticas (GEMELLI et al., 2012). Particularmente a *D. insularis* é uma espécie perene, herbácea, com hábito de crescimento ereto, de 0,5 a 1,0 m de altura (LORENZI, 2008), pode apresentar dificuldades para ser controlada em lavouras, principalmente por ser uma planta daninha rústica, que apresenta perenização após formação de numerosos rizomas (MACHADO et al., 2006; GEMELLI et al., 2012; GOMES et al., 2017). O controle de capim-amargoso e de outras plantas daninhas de folhas estreitas tem sido realizado em pós-emergência na linha de plantio com herbicidas inibidores da ACCase (RONCHI e SILVA, 2018) e, em menor extensão, em pré-emergência em lavouras adultas. Como as gramíneas quase sempre ocorrem em conjunto com espécies dicotiledôneas, a combinação de herbicidas é necessária (BARNWELL e COBB, 1994) e quase sempre adotada em mistura em tanque.

No mercado existem poucos herbicidas seletivos disponíveis com registro para uso no café, tanto em pré como em pós-emergência, sobretudo quando o cafeeiro se encontra recém-transplantado, necessitando de maiores cuidados com a ação dos herbicidas, principalmente quanto à deriva (RODRIGUES, 2017). Os principais herbicidas seletivos usados no controle plantas daninhas no cafeeiro jovem são os inibidores da ACCase (cletodim e o quizalofop) (RODRIGUES E ALMEIDA, 2018). Suas características são: controle de gramíneas em pós-emergência, seletividade as espécies não-gramíneas, atividade máxima obtida com uso de adjuvantes, ação lenta, paralização do crescimento das raízes e parte aérea, clorose e em seguida necrose iniciada nas regiões meristemáticas (SILVA e SILVA, 2007).

Os herbicidas inibidores da ACCase são utilizados na cafeicultura para controlar braquiárias, capim-pé-de-galinha, capim-colchão, capim-amargoso, etc. Porém, para

aumentar seu espectro de ação, é comum a realização de misturas em tanque desses gramíneas com latifolias. Esta prática possibilita ter um amplo espectro de controle de plantas daninhas, redução das doses e número de aplicações de herbicidas (JESUS, 2014).

Em pré-emergência, o herbicida oxifluorfem tem sido utilizado para controle de plantas daninhas na linha de plantio, porém, pode causar intoxicação da planta se não aplicado de forma dirigida (MAGALHÃES et al., 2012) ou ter efeito antagônico quando misturado em tanque com glifosato (FREITAS et al., 2018). Aplicações de herbicidas em pós-emergência, em jato dirigido, contribuem para contornar o problema da seletividade (SILVA et al., 2017), mas para isso deve-se proteger a parte aérea do cafeeiro, evitando o contato com o jato dos herbicidas (SILVA et al., 2015; SILVA et al., 2017), o que nem sempre é conseguido no campo. Conforme as lavouras de cafés ficam adultas, o manejo das plantas daninhas ocorre sob e próximo à saia do cafeeiro, em sua maioria, por controle químico, e a entrelinha é manejada através de operações mecânicas como a roçadora ou a trincha (MELLONI et al., 2013; SIQUEIRA, et al., 2015). A utilização de manejos integrados de controle de plantas daninhas é amplamente aceita na cafeicultura, contribuindo com a melhoria da qualidade do solo (ALCÂNTARA et al., 2007).

O manejo integrado das plantas daninhas carece de grande atenção, pois, aplicações de herbicidas podem causar intoxicações em lavoura jovens, com sinais imperceptíveis sobre o cafeeiro a médio e longo prazos, requerendo, portanto, avaliações mais rigorosas de seletividade. Além disso, a estratégia de mistura de herbicida para aumentar o espectro de ação pode levar, em lavouras jovens, ao controle ineficaz de algumas espécies de Poaceae, sobretudo do capim-amargoso (como relatado no campo), devido ao antagonismo de herbicidas inibidores da ACCase com inibidores da ALS (SILVA e SILVA, 2007; FREITAS et al., 2018). No caso do café adulto na Região do Cerrado Mineiro, acredita-se que o crescimento e a produtividade das lavouras possam estar sendo afetados diferencialmente pelos métodos de controle de plantas daninhas empregados na entrelinha, na medida em que eles apresentam efeitos distintos na supressão da competição, e, ou, reciclagem de nutrientes, o que justifica, portanto, estudos nesse sentido.

Os objetivos neste trabalho foram, portanto, avaliar a médio prazo o crescimento de mudas de café em resposta ao controle químico de plantas daninhas na linha de plantio, a eficácia de controle de *D. insularis* e a seletividade ao cafeeiro de

misturas em tanque de inibidores da ACCase e ALS, e testar associações de métodos de controle no manejo na entrelinha de lavouras adultas.

## 2. REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, E. N.; FERREIRA, M. M. Efeitos de métodos de controle de plantas daninhas na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade física do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 4, p. 711-721, 2000.

ALCÂNTARA, E. N.; NÓBREGA, J. C. A.; MOZART, M. F. Métodos de controle de plantas invasoras na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e componentes da acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, n. 1 p. 1525-1533, 2007.

BARNWELL, P.; COBB, A. H. Graminicide antagonism by broadleaf weed herbicides. **Pesticide Science**, v. 41, n. 2, p. 77-85, 1994.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011, p. 1-36.

CARDOSO, R. G. S.; PEDROSA, A. W.; RODRIGUES, M. C.; SANTOS, R. H. S.; MARTINEZ, H. E. P.; CECON, P. R. Intercropping period between species of green manures and organically-fertilized coffee plantation. **Coffee Science**, v. 13, n. 1, p. 9 - 22, 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB - **Acompanhamento da safra brasileira de café** - quarto levantamento: dezembro de 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em 23 de dezembro de 2019.

FERNANDES, A. L. T.; PARTELLI, F. L.; BONOMO, R.; GOLYNSKI, A. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 231-240, 2012.

FIALHO, C. M. T.; FRANÇA, A. C.; TIRONI, S. P.; RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Interferência de plantas daninhas sobre o crescimento inicial de *Coffea arabica* L. **Planta Daninha**, v. 29, n. 1, p. 137-147, 2011.

FREITAS, N. M.; FREITAS, F. C. L.; FURTADO, I. F.; TEIXEIRA, M. F. F.; SILVA, V. F. Herbicide mixtures to control dayflowers and drift effect on coffee cultures. **Planta Daninha**, v. 36:e018169798. 2018.

- GAZOLA, T.; DIAS, M. F.; BONATTO, V. M.; BELAPART, D.; CARBONARI, C. A.; VELINI, E. D. Growth and development of sourgrass plants from vegetative parts of clumps. **Planta Daninha**, v. 37 v37:e019210585, 2019.
- GEMELLI, A.; OLIVEIRA Jr., R. S.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G. B. P; JUMES, T. M. C.; OLIVEIRA NETO, A. M.; DAN, H. A.; BIFFE, D. F. Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glifosato e implicações para o seu controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 2, p. 231-240, 2012.
- GOMES, L. J. P.; SANTOS, J. I.; GASPARINO, E. C.; CORREIA, N. M. Chemical control and morphoanatomical analysis of leaves of different populations of sourgrass. **Planta Daninha**, v. 35:e017158021, 2017.
- JESUS, M. G. **Caracterização da pulverização de mistura de tanque com diferentes pontas de jato plano**. 2014, 62 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2014.
- KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF Brasileira, 1997. 675 p. LEMES, L. N.; CARVALHO, L. B.; SOUZA, M. C.; ALVES, P. L. C. A. Weed interference on coffee fruit production during a four-year investigation after planting. **African Journal of Agricultural Research**, v. 5, n. 10, p. 1138-1143, 2010.
- LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4 ed. Nova Odessa-SP: Instituto Plantarum, 2008. 672 p. MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; FIALHO, C. M. T.; TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, M. S. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 641-647, 2006.
- MAGALHÃES, C. E. O.; RONCHI, C. P.; RUAS, R. A. A.; SILVA, M. A. A.; ARAÚJO, F. C.; ALMEIDA, W. L. Seletividade e controle de plantas daninhas com oxyfluorfen e sulfentrazone na implantação de lavouras de café. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 599-607, 2012.
- MATOS, C. C; FIALHO, C. M. T.; FERREIRA, E. A.; SILVA, D. V.; SILVA, A. A.; SANTOS, J. B.; FRANÇA, A. C.; GALON, L. Características fisiológicas do cafeeiro em competição com plantas daninhas. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1111-1119, 2013.
- MELLONI, R.; BELEZZE, G.; PINTO, A. M. S.; DIAS, L. B. P.; SILVE, E. M.; MELLONI, E. G. P.; ALVARENGA, M. I. N.; ALCÂNTARA, E. N. Métodos de controle de plantas daninhas e seus impactos na qualidade microbiana de solo sob cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 1, p. 67-75, 2013.

- MONQUERO, P. A. (Org.) **Manejo de plantas daninhas nas culturas agrícolas**. 1 ed. São Carlos: RiMa Editora, 2014. 320 p.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 7ª ed. Londrina: Edição dos autores, 2018. 764 p.
- RODRIGUES, R. J. A. **Eficácia e seletividade de herbicidas isolados e em associações no cafeeiro**. 2017. 108 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.
- RONCHI, C. P.; FERREIRA, R. T.; SILVA, M. A. A. Manejo de plantas daninhas na cultura do café. In: MONQUERO, P. A. (Org.). **Manejo de plantas daninhas nas culturas agrícolas**. 1 ed. São Carlos: RiMa Editora, 2014, p. 132-154.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Sustainable weed control in coffee. In: KORRES, N. E.; BURGOS, N. R.; DUKE, S. O. (Orgs.). **Weed control: sustainability, hazards, and risks in cropping systems worldwide**. 1ed. Boca Raton, London, New York: CRC Press (Taylor & Francis Group), 2018, v. 1, p. 425-441.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 421-426, 2003.
- RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A. Growth and nutrient concentration in coffee root system under weed species competition. **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 679-687, 2007.
- SILVA, A. A.; FRANÇA, A. C.; RONCHI, C. P.; CARVALHO, F. P. Manejo integrado de plantas daninhas In: SAKIYAMA, N.; MARTINEZ, H.; TOMAZ, M.; BORÉM, A. (Eds.). **Café arábica: do plantio à colheita**. 1 ed. UFV: Viçosa, 2015, p. 104-128.
- SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007, 367 p.
- SILVA, L. G.; CASTANHEIRA, D. T.; VOLTOLINI, G. B.; SOUZA, I. F.; GONÇALVES, A. H.; GUIMARÃES, R. J. Sintomas de fitotoxicidade e crescimento de mudas de café submetidas aos herbicidas inibidores da protox. **Coffee Science**, v. 12, n. 3, p. 290-296, 2017.
- SIQUEIRA, R. H. S.; FERREIRA, M. M.; ALCÂNTARA, E. N.; CARVALHO, R.; C. S. Atributos químicos de um latossolo submetido a diferentes controles de plantas invasoras em cafeeiros. **Coffee Science**, v. 10, n. 2, p. 138-148, 2015.

## CRESCIMENTO DO CAFEIEIRO EM RESPOSTA AO CONTROLE QUÍMICO UTILIZADO NA IMPLANTAÇÃO DA LAVOURA

### RESUMO

O controle químico de plantas daninhas durante a implantação da lavoura de café pode afetar seu crescimento devido à intoxicação. Objetivou-se avaliar a seletividade de diferentes herbicidas aplicados na linha de plantio do cafeeiro em jato dirigido e em área total. Em lavoura comercial de *Coffea arabica* cv. Catuaí vermelho IAC 144, implantada na Região do Cerrado Mineiro, testaram-se 16 tratamentos à base de clorimurrom-etílico, cletodim, oxifluorfem, glifosato, haloxifope-p-metílico, sulfentrazone, flumioxazina e indaziflam. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco repetições. Realizaram-se levantamento fitossociológico e medições de crescimento do cafeeiro ao longo de 2 anos a partir da implantação, além da sua primeira produção (catação). As principais plantas daninhas que ocorreram na área foram *Amaranthus deflexus*, *Commelina benghalensis*, *Eleusine indica*, *Galinsoga parviflora*, *Sida rhombifolia*, *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruziziensis*. Os tratamentos à base de oxifluorfem, em jato dirigido, proporcionaram o maior crescimento do cafeeiro, sendo, portanto, os mais seletivos. O tratamento com capina proporcionou resultado intermediário. A pior seletividade foi com aplicação dirigida de glifosato. O tratamento com indaziflam, uma aplicação por ano, proporcionou residual de 5 meses, além de seletividade ao cafeeiro. Aos 529 DAT não se observaram mais diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) dos tratamentos sobre o crescimento das plantas. Não houve efeito dos tratamentos sobre a produtividade. Apesar das injúrias iniciais, o cafeeiro recuperou seu crescimento a médio prazo, independentemente dos tratamentos químicos utilizados na implantação.

**Palavras-chave:** Tecnologia de aplicação, deriva, plantas daninhas, *Coffea arabica*, tolerância.

## GROWTH OF COFFEE PLANTS IN RESPONSE TO CHEMICAL CONTROL USED IN THE IMPLEMENTATION OF THE PLANTATION

### ABSTRACT

The weeds chemical control during the implementation of coffee tree plantation may affect coffee plants growth due to intoxication. The objective of this work was to evaluate the selectivity of different herbicides applied, as directed spray or broadcast application, in intra-row weed control. In commercial plantation of *Coffea arabica* cv. Catuaí vermelho IAC 144, located in Cerrado Mineiro region, were tested 16 herbicides treatments, considering chlorimuron-ethyl, clethodim, oxyfluorfen, glyphosate, haloxyfop, sulfentrazone, flumioxazin and indaziflam active ingredients. A randomized complete block design with five replicates. Phyto-Sociological evaluation and coffee growth measurements were performed over 2 years after transplantation, in addition to its first harvest. The main weeds found in the area were *Amaranthus deflexus*, *Commelina benghalensis*, *Eleusine indica*, *Galinsoga parviflora*, *Sida rhombifolia*, *Urochloa decumbens* and *Urochloa ruziziensis*. Oxyfluorfen, applied as directed spray, provided the greatest coffee trees growth, being, therefore, the most selective. Hoeing weeds treatment provided an intermediate result. The worst selectivity was observed on glyphosate directed spray application. Indaziflam treatment, one application per year, provided a residual effect for five months, in addition to selectivity to coffee tree. At 529 days after transplanting, the treatments provided no significant effect over plant growth. In addition, no effects of the treatments were observed of berries yielding. Despite of the initial injuries, the coffee trees recovered their growth in a medium term, regardless of the chemical treatment applied to weed control during implantation.

**Keywords:** Chemical application technology, herbicide drift, weeds, *Coffea arabica*, herbicide tolerance.

## 1. INTRODUÇÃO

Várias pesquisas demonstram que as plantas daninhas que ocorrem na linha de plantio do cafeeiro, caso não controladas, sobretudo nos dois primeiros anos após a implantação da lavoura, causam perda no crescimento e produtividade do café (RONCHI et al., 2003; FIALHO et al., 2010; LEMES et al., 2010; MAGALHÃES et al., 2012; RODRIGUES, 2017). Por isso, o cafeicultor controla as plantas daninhas numa faixa próxima ao caule das plantas, cuja largura varia com a idade da lavoura (MAGALHÃES et al., 2012), com métodos mecânicos (capinas, cultivadores mecânicos) ou químicos (ALCÂNTARA et al., 2007).

No caso do controle químico, fazem-se uso de herbicidas seletivos ou não seletivos, aplicados em jato dirigido à linha de plantio ou mesmo sobre as mudas de café (dependendo do herbicida) (RONCHI e SILVA, 2018). Infelizmente, há um número muito reduzido de herbicidas disponíveis (RODRIGUES e ALMEIDA, 2018) e a seletividade ao cafeeiro está condicionada, para alguns desses herbicidas, à tecnologia de aplicação e às condições edafoclimáticas durante e logo após a aplicação. Conseqüentemente, é comum a intoxicação de lavouras jovens de café por herbicidas (RONCHI e SILVA, 2018).

Ocorre que mudas de café intoxicadas por herbicidas podem não apresentar sintomas visuais de intoxicação, tornando sua identificação no campo difícil ou quase impossível, mas podendo afetar o desenvolvimento e a produtividade da cultura (CARVALHO et al., 2013). Muitas vezes as injúrias causadas às mudas de café são consideradas leves ou moderadas, e o cafeeiro supostamente se recupera das injúrias (com base em aspectos visuais), retomando seu crescimento (FRANÇA et al., 2010b; SILVA et al., 2017). O fato é que não se sabe qual o efeito a médio e longo prazo que a intoxicação das mudas pode ter sobre o crescimento e a produtividade do cafeeiro.

Além disso, mesmo tendo alguns trabalhos até o momento mostrando que a intoxicação por herbicidas compromete o crescimento das mudas (RONCHI et al., 2003; MAGALHÃES et al., 2012; CARVALHO et al., 2013; SILVA et al., 2017), e isso quase sempre é associado a suposta perda inicial de produtividade, nenhum deles quantificou o crescimento a médio ou longo prazos e as primeiras colheitas da lavoura para saber os potenciais prejuízos das intoxicações precoces da lavoura, caso eles de fato existam. Em resumo, não se conhecem as respostas de crescimento a médio e longo

prazo (produtivas) da lavoura de café intoxicada por herbicidas na sua fase de implantação.

É importante ressaltar que para se evitar a competição das plantas daninhas com o cafeeiro e prevenir que não haja intoxicação, chega-se a gastar aproximadamente R\$ 1.600,00/ha/ano apenas no controle de plantas daninhas em áreas mecanizadas do Cerrado Mineiro (A. J. Ribeiro, Comunicação Pessoal), sendo a estimativa média da região para os dois primeiros anos de R\$1.308,50 (dados Educampo/SEBRAE). Desse total, R\$ 300,00 representa o custo dos herbicidas, e o restante refere-se ao gasto com horas-máquina. Isso, pois, nessa região, utilizam-se de equipamentos acoplados ao trator, desenvolvidos exclusivamente para aplicação de herbicidas na linha de plantio, em jato dirigido, mas que desenvolve uma baixa velocidade de trabalho, para reduzir ao máximo a possibilidade de deriva e intoxicação das mudas de café (CUNHA, 2012).

Logo, conhecer o crescimento e resposta produtiva da lavoura nas primeiras safras, em função de determinados tratamentos herbicidas aplicados na linha de plantio, durante a implantação e formação da lavoura, é de grande importância para o planejamento das operações de controle, redução de custo e sustentabilidade da cafeicultura. Assim, o objetivo foi avaliar, a médio prazo, a seletividade de herbicidas aplicados em pré e pós-emergência, associados e isolados, em jato dirigido e em área total, durante a implantação da lavoura de café na Região do Cerrado Mineiro.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Condições experimentais**

O experimento foi instalado na fazenda Platô Azul (18°51'17,6" S, 45°51'46,9" W, a 1.020 m de altitude), situada em Tiros-MG, Região do Cerrado Mineiro (Figura 1). A região é caracterizada pelo bioma Cerrado e classificada por Köppen como Cwa, devido ao clima temperado úmido com inverno seco e verão quente. A temperatura e precipitação média na região, nos últimos 3 anos, foram de 21,6°C e 1.551 mm, respectivamente. Essa região têm as chuvas concentradas nos meses de outubro a abril.

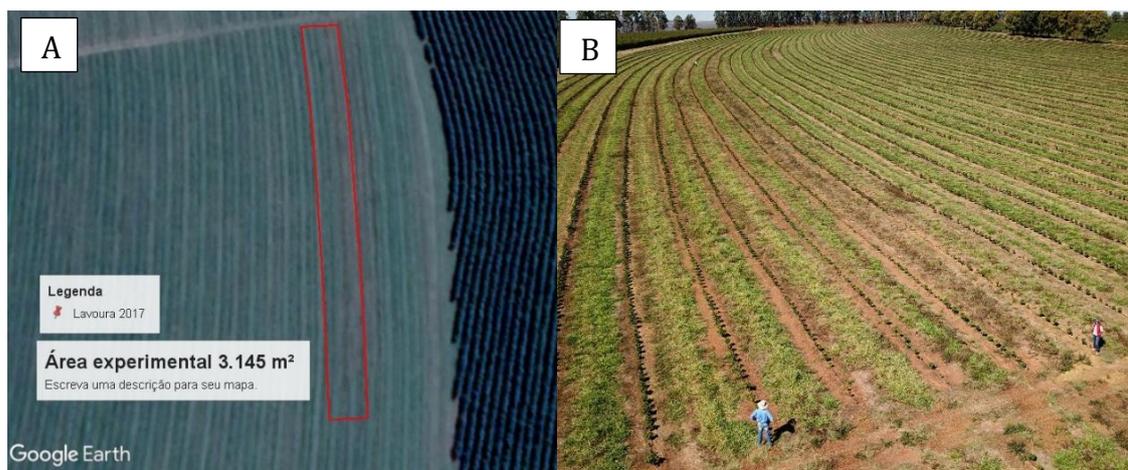


Figura 1 - Vista georreferenciada (A) e imagem aérea da área experimental localizada na fazenda Platô Azul, em Tiros-MG.

Os dados de precipitação foram coletados em pluviômetro próximo a área experimental (aproximadamente 500 m) e as temperaturas na estação meteorológica situada a menos de 50 km da área experimental, entre os anos de 2017 e 2019 (Figura 2). O solo dessa área é um Latossolo Vermelho distroférico (SANTOS et al., 2013), apresenta textura argilosa e relevo suave ondulado. A análise química realizada do solo da camada de 0-10, 10-20 e 20-40 cm indicaram resultados conforme Tabela 1.

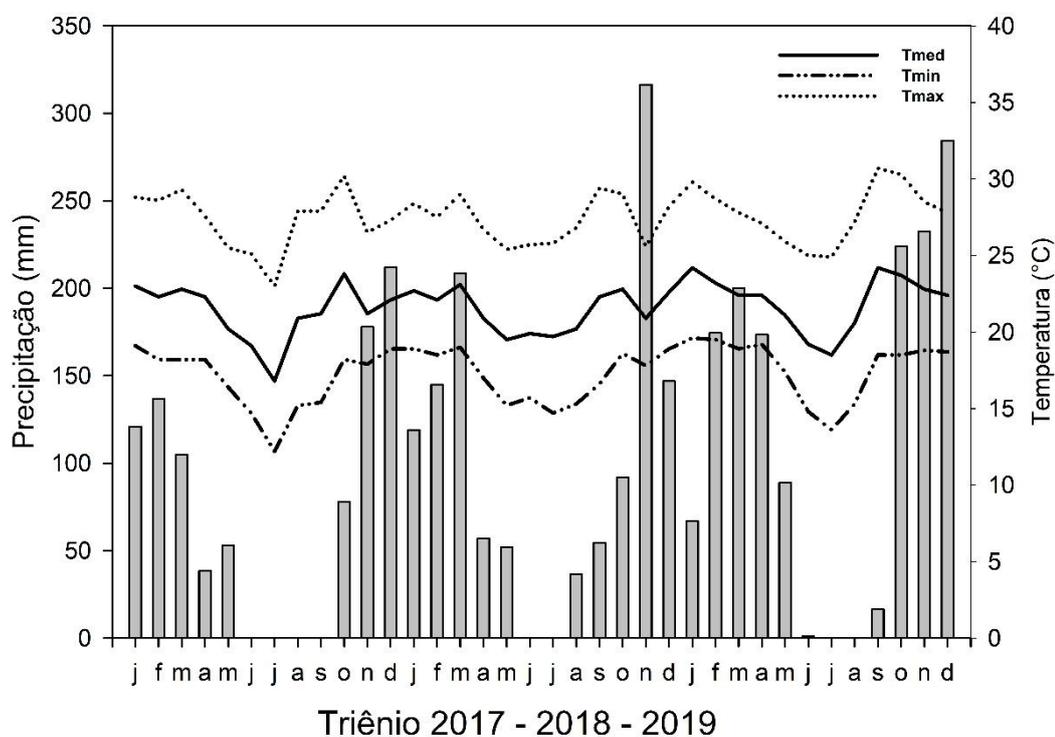


Figura 2 – Dados de precipitação, temperaturas médias, máximas e mínimas da fazenda Platô Azul do triênio 2017, 2018 e 2019.

A implantação da lavoura de café (*Coffea arabica* L.), cultivar Catuaí Vermelho IAC 144, foi realizada em novembro de 2017, no espaçamento de 3,7 x 0,5 m, com estande de 5.405 plantas ha<sup>-1</sup>. Os tratos culturais de adubação e controles fitossanitários foram realizados conforme descritos por Matiello et al. (2016). A lavoura foi irrigada por gotejamento, de forma suplementar, através de gotejamento concentrando-se nos períodos críticos de deficiência hídrica (julho a outubro), com uma lâmina média de 5 mm/semana. Para a adubação de plantio foram utilizados 100, 150 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O. Durante o ano agrícola 2018/2019, foram aplicados 215, 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, enquanto na safra 2019/2020 200 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente. O K<sub>2</sub>O foi fornecido através de 3 t ha<sup>-1</sup> de palha de café no segundo ano agrícola.

Tabela 1 - Classificação física e química do solo da área experimental na fazenda Platô Azul, em três profundidades

Camada (cm)	Areia			Silte			Argila			Tipo*		
00-10	24			22			54			3		
10-20	20			20			60			3		
20-40	14			21			65			3		
pH	P	K	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al	SB	t	T	V	MO	Prem
	- mg dm <sup>-3</sup> -			----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						% dag mg m <sup>-3</sup>		
6,3	32,7	330	0	7,01	1,97	0,99	9,8	9,8	10,8	90,8	5,1	17,2
6,3	31,6	290	0	6,59	1,70	2,64	9,0	9,0	11,7	77,4	5,4	15,4
5,8	7,3	172	0	3,21	1,23	3,96	4,9	4,9	8,8	55,2	3,9	8,4

Análise realizada no Laboratório de Análise de Solos Viçosa LTDA. Av. Santa Rita, 468 - CEP 36570-099 - Viçosa - MG. Granulometria – Método pipeta adaptado. Peneira Mesh (0,22 mm). pH em água, KCl e CaCl<sub>2</sub> - relação 1:2,5. Ca - Mg - Al - Extrator: KCl - 1 mol L<sup>-1</sup>; P - K - Extrator Mehlich 1; SB = Soma de bases; t = capacidade efetiva de troca de cátions; T = capacidade de troca de cátions; índice de saturação por bases; m = índice de saturação de alumínio; Matéria orgânica (MO); Prem = Fósforo remanescente. \* Conforme a capacidade de retenção de água: 3 – Argiloso.

O controle de plantas daninhas na linha de plantio foi aquele limitado aos tratamentos, enquanto na entrelinha foram feitas cinco roçadas por ano. Os manejos fitossanitários das pragas e doenças foram realizados sempre que o monitoramento indicava níveis de controle, conforme o manejo da fazenda, descritos a seguir: para controle de bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) foram aplicados os inseticidas cartap na dose de 0,5 kg ha<sup>-1</sup> e clorpirifos na dose de 0,72 kg ha<sup>-1</sup>. Para as doenças foram aplicados os seguintes fungicidas: ferrugem (*Hemileia vastatrix*),

piraclostrobina+epoxiconazol (0,2+0,75 kg ha<sup>-1</sup>); mancha de phoma (*Phoma costarricensis*), tebuconazol+trifloxtróbina (0,2+0,1 kg ha<sup>-1</sup>); cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) tiofanato-metílico (0,7 kg ha<sup>-1</sup>). As aplicações foram realizadas com pulverizador hidropneumático (turbo-atomizador), marca Jacto, modelo Arbus 2000, bomba JP-150, ventilador com capacidade de 850 mm, rotação 2.100 rpm, com velocidade do ar de 30 m s<sup>-1</sup>, ponta do tipo jato cônico vazio, marca Teejet, modelo TXA8001vk, com volume de calda de 400 L ha<sup>-1</sup>.

## 2.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco repetições. Foram testados 16 tratamentos com herbicidas aplicados de formas isolada e associada, em pré e pós-emergência, em jato dirigido ou em área total, conforme descrito na Tabela 2. Cada parcela experimental foi composta por 20 plantas, totalizando área experimental de 3.145 m<sup>2</sup>.

A primeira época de aplicação ocorreu aos 20 dias após o transplântio (DAT), e as demais, nas datas especificadas na Tabela 2. As aplicações iniciais foram realizadas de forma mecanizada, seja quando feita em jato dirigido ou sobre as mudas. As linhas de plantio que receberam aplicações de herbicidas em pré-emergência foram previa e cuidadosamente capinadas, estabelecendo-se faixa de controle de 0,70 m de cada lado da linha de plantio, para eliminar as plântulas invasoras, restos de cultura e nivelar o terreno. Durante as aplicações em jato dirigido, o solo apresentava condições de umidade adequadas para aplicações de herbicidas em pré-emergência. A aplicação sobre as mudas foi realizada por barra de pulverização a 0,5 m do topo das plantas, com pontas distanciadas a 0,70 m, gerando uma faixa de 1,40 m. O volume de calda foi de 200 L ha<sup>-1</sup>, com velocidade de 2,5 km h<sup>-1</sup>.

As pontas utilizadas na barra foram as do tipo defletores BD110.03 Magno Jet com vazão média de 0,7 L min<sup>-1</sup>. A pressão de trabalho durante aplicação foi de 3,0 kgf cm<sup>-2</sup>, e as condições atmosféricas no dia da aplicação (velocidade do vento, umidade relativa e temperatura) foram observadas e medidas por um termo-higro-anemômetro THAL 300 Insuterm: 3,6 km h<sup>-1</sup>, 61,2% e 26,8°C, respectivamente.

Utilizou-se de um pulverizador costal manual com estrutura protetora (chapéu-de-napoleão) para as aplicações em jato dirigido e diretamente sobre as mudas a 0,5 m de altura. O volume de calda utilizado foi de 200 L ha<sup>-1</sup>, velocidade de trabalho de 3,06 km h<sup>-1</sup> (0,85 m s<sup>-1</sup>) e ponta jato plano tipo leque 110.02 com vazão nominal de 0,72 L

min<sup>-1</sup>. As aplicações de herbicidas foram cessadas após o primeiro ano agrícola, sendo mantido o controle de plantas daninhas através de capina, realizada cuidadosamente. As plantas próximas ao caule dos cafeeiros foram arrancadas manualmente durante a operação.

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos utilizados no controle de plantas daninhas na linha de plantio no período de implantação da lavoura.

Tratamentos	Dose (kg ha <sup>-1</sup> i. a. **)	Forma de aplicação	Épocas de aplicação (DAT)
Capina <sup>1</sup>	-	-	Bimestral
[chl <sup>2</sup> +cle <sup>3*</sup> ]	[0,0175+0,096]	Jato dirigido	20, 54, 85 e 127
[chl+cle <sup>*</sup> ]	[0,0175+0,096]	Sobre a muda	20, 85 e 127
[oxi <sup>4</sup> +chl+cle <sup>*</sup> ]	[0,72+0,0175+0,096]	Jato dirigido	20, 85 e 127
[oxi+chl+cle <sup>*</sup> ]	[0,72+0,070+0,096]	Sobre a muda	20, 85 e 127
[oxi+chl+cle <sup>*</sup> +gli <sup>5</sup> ]	[0,72+0,0175+0,096+0,72]	Jato dirigido	20, 54, 85 e 127
oxi-jd <sup>6</sup>	0,72	Jato dirigido	20 e 85 e 127
oxi-sm <sup>7</sup>	0,72	Sobre a muda	20, 85 e 127
oxi-ir <sup>8</sup>	0,72	Sobre a muda + irrigação <sup>15</sup>	20, 85 e 127
Gli	0,72	Jato dirigido	20, 85, 127 e 153
[oxi+chl+hal <sup>9*</sup> ]	[0,72+0,0175+0,09]	Jato dirigido	20 e 85
sulf <sup>10</sup>	0,50	Jato dirigido	20, 85
flum <sup>11</sup>	0,025	Jato dirigido	20, 85, 127 e 153
ind <sup>12</sup>	0,075	Jato dirigido	20
oxi+fert <sup>13</sup>	0,72 + 0,8	Jato dirigido	20, 85
oxi+ind <sup>14</sup>	0,72+0,075	Jato dirigido	20, 85 e 356

Descrição: capina – capina manual tradicional; cle – cletodim; chl – clorimurrom; oxi – oxifluorfem; gli – glifosato; hal – haloxifope; sulf – sulfentrazone; flum – flumioxazina; ind – indaziflam; fert – Fertiactyl; <sup>1</sup> Capina realizada com enxada em faixa de 0,7 m a cada 30 dias; <sup>2</sup> Chlorimuron Nortox; <sup>3</sup> Select; <sup>4</sup> Galigan; <sup>5</sup> Roundup Original; <sup>6</sup> oxifluorfem aplicado em jato dirigido; <sup>7</sup> oxifluorfem aplicado sobre a muda; <sup>8</sup> oxifluorfem irrigado após aplicação; <sup>9</sup> Verdict; <sup>10</sup> Boral; <sup>11</sup> Flumizin; <sup>12</sup> Alion; <sup>13</sup> O Fertiactyl foi aplicado de forma sequencial ao herbicida; <sup>14</sup> aplicação de oxifluorfem e sequencial de indaziflam após um ano; <sup>15</sup> Aplicação de lâmina de água de 1,6 mm logo após a aplicação do herbicida oxifluorfem; [ ] aplicações em mistura em tanque; \* adição de óleo mineral 0,5% v/v. DAT-dias após transplantio; \*\* apenas as doses de glifosato foram utilizados equivalente ácido (e. a.).

## **2.3. Variáveis avaliadas**

### **2.3.1. Levantamento Fitossociológico**

A comunidade infestante da linha de plantio foi determinada através de amostragem por um quadro inventário de 0,09 m<sup>2</sup>, lançado 10 vezes na área útil da área experimental, com identificação das plantas e contagem da população infestante e coleta da parte aérea, antes da primeira aplicação e, ou capina, em janeiro, e também, em junho e dezembro de 2018. As análises foram: Frequência = n<sup>o</sup> de quadros que continha a espécie / área total coletada; Frequência relativa (FER) = 100 x frequência da espécie / frequência total de todas as espécies; Densidade = n<sup>o</sup> total de indivíduos por espécie/ área total coletada; Densidade relativa (DER) = 100 x densidade da espécie / densidade total de todas as espécies; Abundância = n<sup>o</sup> total de indivíduos por espécie / n<sup>o</sup> total de quadros que continha a espécie; Abundância relativa (ABR) = 100 x abundância da espécie / abundância total de todas as espécies; Índice de Importância Relativa (IVI), determinado pelo somatório da DER, FER e ABR (KRENCHINSKI et al., 2015).

### **2.3.2. Crescimento de plantas**

Foram avaliados a altura das plantas, diâmetro do caule (a partir de 2,0 cm em relação ao nível do solo), diâmetro da copa e número de ramos plagiotrópicos por planta. Estas medições foram realizadas em 14 plantas de cada parcela, deixando três em cada extremidade para eliminação do efeito de bordadura de cada tratamento. As avaliações de crescimento foram realizadas em julho (aos 225 DAT) e dezembro (aos 378 DAT) de 2018, e em junho (aos 551 DAT) e novembro (aos 712 DAT) de 2019, abrangendo, portanto, os dois anos iniciais de formação da lavoura.

### **2.3.3. Colheita**

Em agosto de 2019 realizou-se a colheita manual dos frutos (catação) em cada unidade experimental. Após a derriça no pano, mensurou-se o volume e o peso do café. O café maduro foi colocado para secar em terreiro asfaltado até atingir umidade próxima a 12% e seu volume e peso foram medidos, em sequência o café em coco foi beneficiado para a determinação da produtividade. Foram estimadas a produtividade (sacas de café beneficiados por hectare), rendimento (litros de café maduro por saca de café beneficiado) e renda (quilos de café em coco por quilo de café beneficiado).

## 2.4. Análises estatísticas

A análise descritiva foi realizada por meio do índice de importância relativo (IVI) (PITELLI, 2000). Os resíduos dos dados de crescimento das plantas foram submetidos à avaliação dos pressupostos para variáveis paramétricas, distribuição normal pelo teste Shapiro-Wilk e de homocedasticidade das variâncias pelo teste Bartlett, ambos a 5% de confiança. Em sequência foram realizadas análises de variância pelo teste F. A seguir, comparações múltiplas de médias pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade foram processadas. Para as análises utilizou-se do programa estatístico R Development Core Team (2015) e os gráficos foram plotados com o Sigmaplot (SYSTAT SOFTWARE Inc, 2008).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento fitossociológico realizado em três épocas durante o ano de 2018 identificou 32 espécies, distribuídas em 14 famílias (Tabela 3), com ocorrências tanto de monocotiledôneas e dicotiledôneas. As famílias com maior destaque foram: Poaceae, Amaranthaceae, Asteraceae, Malvaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae e Rubiaceae, com 30,4, 19,2, 13,1, 10,0, 6,5, 5,8 e 5,4%, das ocorrências de indivíduos, respectivamente.

Na primeira avaliação, realizada em janeiro de 2018, logo após a implantação, observou-se, com base no índice de importância relativa (IVI), que houve predominância de espécies de metabolismo fotossintético C<sub>4</sub>, como *Amaranthus retroflexus*, *Urochloa decumbens*, *U. plantaginea* e *Eleusine indica*. Apenas *Galinsoga parviflora* e *Sida rhombifolia* apareceram como espécies C<sub>3</sub> (Tabela 3). Silva et al. (2009) observaram maior ocorrência de plantas daninhas da família Poaceae em lavouras de café na região do Alto Paranaíba, com crescimento maior devido ao metabolismo C<sub>4</sub>, durante período chuvoso. Assim como Magalhães et al. (2012) e Araújo et al. (2012), que também identificaram predominantemente *U. decumbens* em lavouras de café no cerrado, atribuindo ao fato de muitas propriedades cafeeiras terem sido estabelecidas em áreas anteriormente ocupadas com pastagens.

Na segunda avaliação, realizada em junho, correspondendo ao período seco da Região do Cerrado Mineiro, houve predominância das espécies *E. indica*, *U. decumbens*, *A. spinosus* e *A. deflexus* de metabolismo fotossintético C<sub>4</sub>, *Alternanthera tenella* de metabolismo intermediário C<sub>3</sub>/C<sub>4</sub> e *S. rhombifolia* de metabolismo C<sub>3</sub>, todas

Tabela 3 - Índice de importância relativa (IVI) das principais espécies de plantas daninhas que ocorreram na linha de lavouras de café na Região do Cerrado Mineiro, em três épocas de 2018.

Família	Espécies	Índice de importância relativa		
		Jan	Jun	Dez
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i>	9,42	24,94	16,66
	<i>Amaranthus deflexus</i>	-	23,10	13,63
	<i>Amaranthus hybridus</i>	12,27	11,51	-
	<i>Amaranthus retroflexus</i>	50,52	-	-
	<i>Amaranthus spinosus</i>	-	34,89	-
	<i>Amaranthus viridis</i>	10,69	-	-
Apiaceae	<i>Apium leptophyllum</i>	-	-	28,82
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i>	27,39	14,41	22,18
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	13,60	15,59	7,09
Convolvulaceae	<i>Ipomoea nil</i>	-	12,01	-
	<i>Ipomoea triloba</i>	12,15	16,59	-
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	17,04	25,84	31,46
Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>	-	-	14,85
	<i>Eleusine indica</i>	22,32	54,00	52,81
	<i>Eragrostis pilosa</i>	-	-	8,65
Poaceae	<i>Urochloa decumbens</i>	24,89	47,39	-
	<i>Urochloa plantaginea</i>	24,50	-	21,40
	<i>Urochloa ruziziensis</i>	-	-	52,17
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	10,73	-	16,54
	<i>Spermacoce latifolia</i>	-	-	9,74
Solanaceae	<i>Nicandra physalodes</i>	12,25	-	-

com valores de IVI acima de 20. Essa característica de *A. tenella* permite adaptação em ambientes quentes, com baixa ou elevada umidade, assim como tolerância a baixas pluviosidades devido a sua maior espessura cuticular (VIVIAN, 2009). Silva et al. (2009) observaram que as principais plantas daninhas que ocorreram em lavouras de café irrigado do Cerrado Mineiro foram: *Bidens pilosa* - 24,9%, *E. indica* - 13,6%, *Oxalis latifolia* - 9,08%, *G. parviflora* - 8,1%, *S. rhombifolia* - 6,01% e *A. retroflexus* - 4,3%.

Em dezembro de 2018, as plantas daninhas com maiores IVI foram *E. indica*, *U. ruziziensis* e *U. plantaginea*, todas C4 e pertencentes à família Poaceae. Porém, durante esta avaliação foram identificadas mais espécies do tipo C3, como *S. rhombifolia*, *Apium leptophyllum* e *G. parviflora*, com IVI's menores. Araújo et al. (2012), estudando faixas de controle em cafés jovens, observaram que ao longo de 18 meses, a principal espécie identificada no Cerrado Mineiro foi *U. decumbens*, correspondendo

88,5% da matéria seca total das plantas daninhas. Ribeiro et al. (2017), realizando levantamento fitossociológico em três épocas em lavouras de cafés, de março a outubro, observaram que as plantas daninhas monocotiledôneas tiveram sua infestação mais concentrada no período chuvoso, fato atribuído a maior disponibilidade de água.

Espécies C4 têm maior habilidade em retirar recursos do meio em que estão inseridas em relação a espécies de metabolismo C3, sendo mais eficientes na utilização do CO<sub>2</sub>, com maiores taxas de crescimento por tempo, devido ao maior acúmulo de biomassa, paralelamente a maior eficiência no uso da água (BRIGHENTI e OLIVEIRA, 2011). Plantas C4 demandam mais energia, proveniente da luz solar, para a produção de fotoassimilados, com uma relação de CO<sub>2</sub>:ATP:NADPH de 1:5:2 frente a 1:3:2 de plantas C3, respectivamente (TAYS et al., 2017). Em períodos de baixa incidência luminosa, plantas C4 perdem a competição com plantas C3 (SILVA e SILVA, 2007).

A presença de dicotiledôneas e gramíneas na área experimental foi constante, porém, teve maior ocorrência nos meses de janeiro e dezembro. As regiões cafeeiras do centro-sul do Brasil tendem a concentrar plantas daninhas gramíneas em período chuvoso, decorrentes do sistema radicular mais superficial e maior quantidade de água (SANTOS et al., 2008). Devido a presença de plantas daninhas gramíneas ou do tipo de folhas largas é importante a utilização de herbicidas com amplo espectro de ação (FRANÇA et al., 2013), ou misturas em tanque para controle eficaz das plantas daninhas (YAMASHITA et al., 2013).

Em fevereiro, decorridos 28 dias da aplicação (DAA), várias injúrias foram observadas decorrentes dos herbicidas. O glifosato causou clorose e, posteriormente, estreitamento do limbo foliar e, em algumas folhas, necrose (Figura 3). Vários trabalhos com avaliação de derivas com glifosatos demonstraram sintomas similares (FRANÇA et al., 2010a; 2010b; 2013).

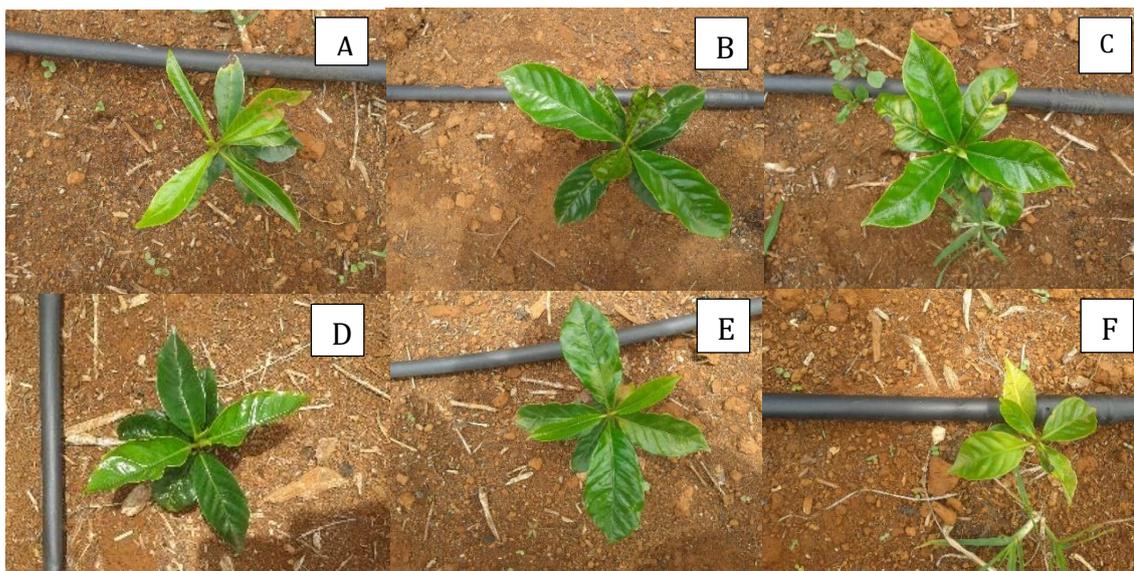


Figura 3: Mudanças de café intoxicadas por deriva de herbicidas aos 28 dias após a aplicação: A – glifosato; B – oxifluorfem; C – flumioxazina; D – Indaziflam; E – clorimurô-etílico; todos esses em jato dirigido e; F – clorimurô-etílico sobre a muda.

França et al. (2010), ao testarem cinco subdoses de glifosato em quatro cultivares de café, simulando efeito de deriva, observaram que aos 120 DAA, cada grama de glifosato aumentou em 0,071% a intoxicação nas mudas de café. Ao avaliarem modificações morfoanatômicas em três cultivares de café sob deriva simulada de cinco doses de glifosato (0; 57,6; 115,2; 230,4 e 460,8 g e.a. ha<sup>-1</sup>), Reis et al. (2018) observaram redução na espessura das epidermes adaxial e abaxial e do parênquima paliádico e aumento na espessura de parênquima lacunoso.

Os tratamentos contendo oxifluorfem aplicados sobre a copa das mudas causaram necrose no limbo foliar. Durante a avaliação não foram observadas intoxicações visuais com os tratamentos com oxifluorfem e sulfentrazone aplicados em jato dirigido. Estes mesmos herbicidas aplicados em lavouras de café jovens não causaram intoxicação na aplicação em jato dirigido, independentemente da dose (0,36 e 0,72 kg ha<sup>-1</sup>) e época de avaliação (MAGALHÃES et al., 2012). Os sintomas visuais de intoxicação por sulfentrazone foram queimaduras nas folhas, manchas cloróticas e encarquilhamento das folhas apicais (MAGALHÃES et al., 2012). A aplicação de diferentes doses de sulfentrazone em mudas de café, com 180 e 300 dias após o semeio, causaram manchas necróticas nas regiões periféricas das folhas, que se agravaram com aumento da dose e com a precocidade das plantas (GONÇALVES e CARVALHO, 2017). A aplicação com mais de 300 DAS não ultrapassou 20% de intoxicação, enquanto a aplicação aos 180 DAS causou 30% de danos, com as plantas se

recuperando fisiologicamente a partir dos 35 DAA, indicando que mudas em estádios fenológicos mais avançados têm maior tolerância aos herbicidas (GONÇALVES e CARVALHO, 2017).

A dose de herbicidas como o oxifluorfem, sulfentrazone e indaziflam são influenciadas principalmente pela matéria orgânica e argila do solo. O oxifluorfem apresenta efeito residual de até seis meses, podendo ser prolongado em ambientes úmidos e sombreados, sendo degradado principalmente por fotólise (RODRIGUES e ALMEIDA 2018). O período residual é dependente da dose, devendo evitar-se o emprego de subdoses. Os herbicidas oxifluorfem e sulfentrazone aplicados em solos franco-arenosos, em doses de 0,72 e 0,5 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, apresentaram elevado efeito residual quando avaliados aos 60 DAA, evidenciados pela baixa produção de massa seca das plantas daninhas (MELO et al., 2010).

A relação de sorção do herbicida sulfentrazone é influenciada pelas frações orgânicas e as argilas, associadas, principalmente ao pH, porém, biosensaio realizados em diferentes solos por Freitas et al. (2014) indicaram que o teor de matéria orgânica e pH dos solos foram preponderantes, com maior sorção em neossolo rigolítico. No solo, a mobilidade é moderada, de baixa adsorção, com K<sub>oc</sub> de 43, pK<sub>a</sub> de 6,56 e K<sub>ow</sub> de 1,48, sendo menos eficazes no controle de plantas daninhas conforme o teor de matéria orgânica no solo aumenta, pois menor é a concentração do herbicida na solução do solo (RODRIGUES e ALMEIDA, 2018).

As aplicações de tratamentos contendo clorimuró-m-etílico, mesmo quando em jato dirigido, causaram necrose no ápice das mudas e leve encarquilhamento nas folhas, como encontrados por Ronchi et al. (2003). O clorimuró-m-etílico é um herbicida sistêmico, que é absorvido pelas raízes e folhas e translocado para as suas regiões meristemáticas, inibindo rapidamente o crescimento das plantas susceptíveis. Os sintomas nas plantas daninhas foram clorose, seguida de necrose em pontos de crescimento, ocorrendo o controle entre 7 e 20 dias (RODRIGUES e ALMEIDA, 2018).

Injúrias típicas de herbicidas inibidores da PROTOX, como formação de manchas foliares necróticas e irregulares, sobretudo nas folhas novas, ocorreram pela aplicação de oxifluorfem, carfentrazone e flumioxazina em mudas de cafés (SILVA et al., 2017). Essas injúrias não causaram reduções do crescimento das mudas de café, que se recuperaram entre 20 e 26 dias após a aplicação (RONCHI et al., 2003). Esses sintomas surgem da peroxidação de lipídios causada pela ação dos herbicidas deste grupo (MAGALHÃES et al., 2012).

As aplicações realizadas em mistura em tanque com os herbicidas cletodim e haloxifope não causaram intoxicações ao cafeeiro relacionadas aos graminicidas, apenas aos demais herbicidas presentes na associação como o clorimurrom-etílico, oxifluorfem e glifosato. A aplicação dos tratamentos contendo oxifluorfem, clorimurrom-etílico e o graminicida cletodim ou haloxifope é uma atividade muito comum na Região do Cerrado Mineiro, embora o herbicida haloxifope ainda esteja em processo de registro para a cafeicultura. Os herbicidas clorimurrom-etílico e fluazifope-p-butílico, aplicados de forma associada, proporcionaram controle de plantas daninhas satisfatório, entretanto, o primeiro causou leve intoxicação no cafeeiro, mas sem afetar seu crescimento (GARCIA et al., 2009).

O herbicida indaziflam casou leve encarquilhamento nas folhas mais velhas. O tratamento com indaziflam embora tenha apresentado desempenho intermediário quanto às variáveis de crescimento, teve o maior o efeito residual, mantendo a faixa de plantio livre de plantas daninhas próximo a cinco meses. Avaliação do uso do herbicida indaziflam em lavouras de café apresentou controle acima de 90% das plantas daninhas, com uma economia de 2,57 h ha<sup>-1</sup> de atividades mecanizadas, gerando uma economia em aproximadamente R\$ 110,00 ha<sup>-1</sup> (CARVALHO et al. 2017). Embora o indaziflam seja recomendado para lavouras adultas, a partir de 3 anos, alguns autores vêm testando seu uso em lavouras recém-transplantadas. A seletividade de indaziflam associado ou não com oxifluorfem em mudas de cafés em pré-transplântio, causaram baixa intoxicação das mudas em todos os tratamentos, porém, sem causar prejuízos ao desenvolvimento das plantas, além, de condicionar efeito residual efetivo no controle das plantas daninhas até os 68 dias após a aplicação (PUCCI et al., 2019). De qualquer forma seu uso em lavouras jovens ainda continua restrito e requer mais estudos.

O indaziflam tem solubilidade em água baixa (0,0028 kg m<sup>-3</sup> a 20 °C), com Koc < 1.000 mL g<sup>-1</sup> de carbono orgânico sendo esse herbicida considerado sua mobilidade no solo de moderada a pouco móvel (RODRIGUES e ALMEIDA, 2018). Esses baixos valores de solubilidade indicam maior afinidade da molécula com a matéria orgânica do solo (MOS), sendo o principal sítio de sorção deste herbicida (AMIN et al., 2014). O indaziflam apresenta controle mais eficaz em gramíneas do que em dicotiledôneas, com resposta influenciada pela textura do solo e MOS, sendo que solos argilosos apresentam maior adsorção, portanto requerem doses maiores (AMIN et al., 2014).

O herbicida indaziflam possui amplo espectro de ação e elevado efeito residual, mesmo com a aplicação de baixas doses. Ele atua na biossíntese de parede celular,

evitando que novas células da parede celular sejam formadas, paralisando o crescimento da planta, sem que a síntese de polímeros de polissacarídeos seja afetada. A inibição ocorre em algum ponto na etapa da reticulação das microfibrilas de celulose. Esse herbicida inibe a deposição de cristais na parede celular, afetando severamente a sua formação, a divisão e o alongamento das células. Tais características sugerem que se as folhas estiverem completamente desenvolvidas, o indaziflam não causa injúrias, uma vez que a formação da parede celular já está concluída (GUERRA et al., 2013).

De forma geral, as aplicações dos tratamentos com herbicidas foram eficazes no controle das plantas daninhas. Os tratamentos que continham o herbicida oxifluorfem apresentaram efeito residual superior a 60 dias, exceto a mistura em tanque de oxi+chl+cle+gli, aplicados em jato dirigido, que necessitou de uma aplicação adicional aos 54 DAT (Tabela 2). Este tratamento, juntamente com o de chl+cle, flum e gli, foram os que ocorreram em maior número de aplicações, num total de quatro durante os seis meses iniciais do experimento. Os tratamentos com mistura em tanque de oxi+chl+hal e as associações de oxifluorfem sequencial com Fertyactil® foram aplicados apenas duas vezes, em jato dirigido. O tratamento com indaziflam foi realizado somente uma vez, apresentando o maior efeito residual, aproximadamente cinco meses.

O tratamento controle, capina manual tradicional, apresentou resultados inferiores aos tratamentos com a maioria dos herbicidas. Isso, pois, durante a operação, ocorreram danos às mudas devido a cortes, tombamento por retirada de terra próxima ao coleto e exposição das raízes. Embora a aplicação de herbicidas possa ter associado o risco de deriva, que intoxica as mudas, as injúrias decorrentes de capina foram mais prejudiciais neste experimento.

A medição de crescimento feita nas mudas aos 17 DAT, antes da aplicação dos herbicidas, apontou alta uniformidade da lavoura. As mudas apresentavam em média, altura de  $4,24 \pm 0,46$  cm e diâmetro do caule de  $2,26 \pm 0,19$  mm. Entretanto, na segunda época de avaliação, aos 225 DAT, que já expressava o efeito dos tratamentos, verificou-se que o oxifluorfem em jato dirigido foi superior em 20% para a altura, 27,6% para diâmetro do caule, 25,3% para o diâmetro da copa e 45,0% para número de ramos plagiotrópicos, em relação ao tratamento controle, a capina (Tabela 4).

O tratamento com a mistura oxifluorfem, cletodim, clorimuirom-etílico e glifosato apresentou os menores valores para altura da muda, sendo 41,7% inferior à aplicação com oxifluorfem isolado. Os tratamentos contendo glifosato isolado e associado proporcionaram resultados muito inferiores aos demais herbicidas.

Tabela 4 - Médias das avaliações de crescimento aos 225 dias após o transplante: altura (ALT), diâmetro do caule (CAU), diâmetro da copa (COP) e número de ramos plagiotrópicos (PLAG) em função das aplicações de herbicidas em pré e pós-emergência em jato dirigido e sobre a muda, associados ou isolados.

Tratamentos	Variáveis			
	ALT	CAU	COP	PLAG
Capina <sup>1</sup>	32,27 b	8,28 cde	25,73 bcd	7,83 bc
[chl <sup>2</sup> +cle <sup>3*</sup> ]	28,50 bc	7,73 cde	23,18 cd	6,11 c
[chl+cle <sup>*</sup> ]	29,61 bc	7,94 cde	23,79 cd	6,8 bc
[oxi <sup>4</sup> +chl+cle <sup>*</sup> ]	32,07 b	9,18 abcde	29,15 abc	8,24 bc
[oxi+chl+cle <sup>*</sup> ]	28,92 bc	8,59 bcde	24,79 bcd	8,09 bc
[oxi+chl+cle <sup>*</sup> +gli <sup>5</sup> ]	23,65 c	7,08 e	20,70 d	5,74 c
oxi-jd <sup>6</sup>	39,17 a	10,69 ab	32,55 ab	13,43 a
oxi-sm <sup>7</sup>	31,48 b	8,94 bcde	30,20 abc	9,20 b
oxi-ir <sup>8</sup>	30,82 b	8,33 cde	26,71abcd	8,79 b
Gli	29,62 bc	7,69 de	23,74 cd	6,94 bc
[oxi+chl+hal <sup>9*</sup> ]	33,82 ab	9,984 bc	30,57 abc	9,23 b
sulf <sup>10</sup>	30,33 bc	8,63 bcde	26,55 abcd	7,99 bc
flum <sup>11</sup>	30,64 b	7,81 cde	23,90 cd	7,07 bc
ind <sup>12</sup>	31,66 b	8,91 bcde	27,98 abcd	8,09 bc
oxi+fert <sup>13</sup>	30,89 b	8,76 bcde	27,27 abcd	8,33 bc
oxi+ind <sup>14</sup>	40,53 a	11,44 a	34,44 a	14,24 a
C. V. (%)	9,48	11,31	13,23	13,40
F Calc	8,33*	6,58*	5,24*	19,11**

Descrição: capina – capina manual; cle – cletodim; chl – clorimuron; oxi – oxifluorfem; gli – glifosato; hal – haloxifope; sulf – sulfentrazone; flum – flumioxazina; ind – indaziflam; fert – Fertiactyl; <sup>1</sup> Capina realizada com enxada em faixa de 0,7 m a cada 30 dias; <sup>2</sup> Chlorimuron Nortox; <sup>3</sup> Select; <sup>4</sup> Galigan; <sup>5</sup> Roundup Original; <sup>6</sup> oxifluorfem aplicado em jato dirigido; <sup>7</sup> oxifluorfem aplicado sobre a muda; <sup>8</sup> oxifluorfem irrigado com lâmina de água de 1,6 mm logo após a aplicação do herbicida; <sup>9</sup> Verdict; <sup>10</sup> Boral; <sup>11</sup> Flumizin; <sup>12</sup> Alion; <sup>13</sup> O Fertiactyl foi aplicado de forma sequencial ao herbicida; <sup>14</sup> aplicação de oxifluorfem e sequencial de indaziflam após um ano; [ ] aplicações em mistura em tanque; \* adição de óleo mineral 0,5% v/v. DAT-dias após transplante; \*\* apenas as doses de glifosato foram utilizados equivalente ácido. Médias seguidas pela mesma letra não diferem de si pelo teste de Tukey a 5% de significância. C. V. (%) – coeficiente de variação; F calc – F calculado; \*\* 1%; \* -5% de significância.

França et al. (2010), ao testarem cinco subdoses de glifosato em quatro cultivares de café, simulando efeito de deriva, observaram relação inversa do crescimento da parte aérea com o aumento da dose, com a altura do cafeeiro sendo mais afetada até os 45 DAA; as avaliações aos 120 DAA indicaram recuperação do crescimento da parte aérea, porém, com detrimento do sistema radicular. França et al.

(2010), entretanto, não observaram efeito no diâmetro do caule e quantidade de ramos plagiotrópicos.

A aplicação de sulfentrazone aos 30 DAT, em área total, causou reduções de 44,5% no incremento da altura das mudas de café, avaliadas aos 420 DAT, em relação à testemunha capinada. Quando aplicado em jato dirigido não foi constatado nenhum sintoma de intoxicação (MAGALHÃES et al., 2012). A eficiência do herbicida sulfentrazone decresce com o aumento do teor de matéria orgânica no solo, e a sua seletividade está relacionada a capacidade das plantas em metabolizá-lo rapidamente (GONÇALVES e CARVALHO, 2017).

A avaliação realizada aos 378 DAT apontou resultados semelhantes a anterior, com destaque para os tratamentos com oxifluorfem, com aplicações isoladas e em jato dirigido, com base na altura da planta (Tabela 5). Derivas de oxifluorfem apresentaram reduções no incremento de altura das plantas somente em doses mais elevadas (YAMASHITA et al., 2013). Quanto às variáveis diâmetro do caule e da copa e número de ramos plagiotrópicos, as melhores respostas foram obtidas pela associação dos herbicidas oxi+chl+hal, que foram superiores em 19,3, 17,2 e 10,4% à capina, respectivamente. O tratamento com indaziflam, além de responder as variáveis altura (21,8%), diâmetros do caule (22,1%) e copa (18,8%) um pouco inferiores ao melhor tratamento, apresentou efeito residual estimado em aproximadamente 5 meses.

A mistura em tanque de oxi+chl+cle+gli reduziu o crescimento em 23% em relação ao melhor tratamento, oxi-jd correspondendo aos piores resultados. O tratamento com glifosato também apresentou resultados inferiores de crescimento, enquanto a capina apresentou resultados intermediários aos demais tratamentos (Tabela 5). A avaliação de crescimento realizada aos 529 DAT (Tabela 6) não apresentou valores significativos ( $p>0,05$ ) para a variável altura. Para o diâmetro da copa e para o número de ramos plagiotrópicos, embora o teste F tenha acusado efeito significativo de tratamento, não houve diferença entre tratamentos pelo teste de Tukey (Tabela 6).

O tratamento com oxifluorfem, aplicado de forma isolada e em jato dirigido, proporcionou maior diâmetro de caule, assim como nas épocas anteriores, devido a não ter entrado em contato com as folhas e por ser móvel no solo (YAMASHITA et al., 2013). Embora haja recuperação aparente do crescimento das plantas com o passar dos meses, os tratamentos com glifosato isolado ou associado apresentaram os piores resultados para as variáveis de altura e diâmetro da copa, respectivamente. A aplicação

em mistura em tanque com clorimurrom-etílico e cletodim sobre as mudas teve o menor diâmetro do caule (Tabela 6).

Tabela 5 – Médias das avaliações de crescimento aos 378 dias após o transplântio: altura da planta (ALT), diâmetro do caule (CAU), diâmetro da copa (COP) e número de ramos plagiotrópicos (PLAG) em função das aplicações de herbicidas em pré e pós-emergência, em jato dirigido e sobre a muda, associados ou isolados.

Tratamentos	Variáveis			
	ALT	CAU	COP	PLAG
Capina <sup>1</sup>	47,68 abc	14,59 abc	52,82 abc	19,55 abc
[chl <sup>2</sup> +cle <sup>3*</sup> ]	44,46 bc	13,63 c	50,96 bc	17,38 bc
[chl+cle <sup>*</sup> ]	46,30 abc	14,39 abc	52,21 abc	19,11 abc
[oxi <sup>4</sup> +chl+cle <sup>*</sup> ]	51,85 ab	16,81 abc	59,37 abc	20,90 abc
[oxi+chl+cle <sup>*</sup> ]	49,03 abc	15,84 abc	54,64 abc	20,92 abc
[oxi+chl+cle <sup>*</sup> +gli <sup>5</sup> ]	41,93 c	13,69 c	48,00 c	16,60 c
oxi-jd <sup>6</sup>	54,69 a	17,47 abc	62,40 ab	21,70 ab
oxi-sm <sup>7</sup>	50,04 abc	16,36 abc	57,16 abc	21,27 ab
oxi-ir <sup>8</sup>	49,71 abc	16,08 abc	58,50 abc	20,93 ab
Gli	44,83 bc	14,12 bc	51,60 bc	18,57abc
[oxi+chl+hal <sup>9*</sup> ]	53,25 ab	18,07 a	63,76 a	21,82 a
sulf <sup>10</sup>	46,83 abc	15,21 abc	55,25 abc	19,82 abc
flum <sup>11</sup>	47,58 abc	14,64 abc	53,67 abc	19,28 abc
ind <sup>12</sup>	51,60 abc	16,75 abc	61,43 ab	21,04 ab
oxi+fert <sup>13</sup>	49,50 abc	16,44 abc	55,48 abc	20,34 abc
oxi+ind <sup>14</sup>	51,62 abc	17,77 ab	62,66 ab	22,45 a
C. V. (%)	8,76	10,79	9,17	9,66
F Calc	3,08*	3,60*	3,98*	3,33*

Descrição: capina – capina manual; cle – cletodim; chl – clorimurrom; oxi – oxifluorfem; gli – glifosato; hal – haloxifope; sulf – sulfentrazone; flum – flumioxazina; ind – indaziflam; fert – Fertiactyl; <sup>1</sup> Capina realizada com enxada em faixa de 0,7 m a cada 30 dias; <sup>2</sup> Chlorimuron Nortox; <sup>3</sup> Select; <sup>4</sup> Galigan; <sup>5</sup> Roundup Original; <sup>6</sup> oxifluorfem aplicado em jato dirigido; <sup>7</sup> oxifluorfem aplicado sobre a muda; <sup>8</sup> oxifluorfem irrigado com lâmina de água de 1,6 mm logo após a aplicação do herbicida; <sup>9</sup> Verdict; <sup>10</sup> Boral; <sup>11</sup> Flumizin; <sup>12</sup> Alion; <sup>13</sup> O Fertiactyl foi aplicado de forma sequencial ao herbicida; <sup>14</sup> aplicação de oxifluorfem e sequencial de indaziflam após um ano; [ ] aplicações em mistura em tanque; \* adição de óleo mineral 0,5% v/v. DAT-dias após transplântio; \*\* apenas as doses de glifosato foram utilizados equivalente ácido. Médias seguidas pela mesma letra não diferem de si pelo teste de Tukey a 5% de significância. C. V. (%) – coeficiente de variação; F calc – F calculado; \*\* 1%; \* -5% de significância.

Tabela 6 – Médias das avaliações de crescimento aos 529 dias após o transplante: altura (ALT), diâmetro do caule (CAU), diâmetro da copa (COP) e número de ramos plagiotrópicos (PLAG) em função das aplicações de herbicidas em pré e pós-emergência, em jato dirigido e sobre a muda, associados ou isolados.

Tratamentos	Variáveis			
	ALT	CAU	COP	PLAG
Capina <sup>1</sup>	91,66	27,01 ab	101,48 a	33,80 a
[chl <sup>2</sup> +cle <sup>3*</sup> ]	77,87	26,47 b	100,13 a	33,07 a
[chl+cle <sup>*</sup> ]	77,26	26,41 b	102,92 a	34,46 a
[oxi <sup>4</sup> +chl+cle <sup>*</sup> ]	87,15	28,89 ab	113,67 a	37,23 a
[oxi+chl+cle <sup>*</sup> ]	86,29	27,84 ab	112,54 a	37,24 a
[oxi+chl+cle <sup>*</sup> +gli <sup>5</sup> ]	81,07	25,93 b	102,55 a	33,75 a
oxi-jd <sup>6</sup>	92,54	28,55 ab	115,31 a	38,05 a
oxi-sm <sup>7</sup>	84,01	28,28 ab	111,53 a	37,53 a
oxi-ir <sup>8</sup>	87,00	28,54 ab	111,83 a	37,27 a
gli	78,48	26,49 b	102,82 a	33,52 a
[oxi+chl+hal <sup>9*</sup> ]	91,10	28,86 ab	118,49 a	37,67 a
sulf <sup>10</sup>	85,13	27,59 ab	110,37 a	36,60 a
flum <sup>11</sup>	76,25	26,82 ab	103,71 a	33,37 a
ind <sup>12</sup>	91,29	28,64 ab	122,21 a	37,56 a
oxi+fert <sup>13</sup>	84,38	28,18 ab	112,39 a	37,40 a
oxi+ind <sup>14</sup>	90,02	29,90 a	114,74 a	38,77 a
C. V. (%)	12,75	5,22	9,18	7,48
F Calc	1,42 <sup>ns</sup>	3,09*	2,46*	2,95*

Descrição: capina – capina manual; cle – cletodim; chl – clorimuron; oxi – oxifluorfem; gli – glifosato; hal – haloxifope; sulf – sulfentrazone; flum – flumioxazina; ind – indaziflam; fert – Fertiactyl; <sup>1</sup> Capina realizada com enxada em faixa de 0,7 m a cada 30 dias; <sup>2</sup> Chlorimuron Nortox; <sup>3</sup> Select; <sup>4</sup> Galigan; <sup>5</sup> Roundup Original; <sup>6</sup> oxifluorfem aplicado em jato dirigido; <sup>7</sup> oxifluorfem aplicado sobre a muda; <sup>8</sup> oxifluorfem irrigado com lâmina de água de 1,6 mm logo após a aplicação do herbicida; <sup>9</sup> Verdict; <sup>10</sup> Boral; <sup>11</sup> Flumizim; <sup>12</sup> Alion; <sup>13</sup> O Fertiactyl foi aplicado de forma sequencial ao herbicida; <sup>14</sup> aplicação de oxifluorfem e sequencial de indaziflam após um ano; [ ] aplicações em mistura em tanque; \* adição de óleo mineral 0,5% v/v. DAT-dias após transplante; \*\* apenas as doses de glifosato foram utilizados equivalente ácido. Médias seguidas pela mesma letra não diferem de si pelo teste de Tukey a 5% de significância. C. V. (%) – coeficiente de variação; F calc – F calculado; \*\* 1%; \* -5% de significância.

Na última avaliação, realizada aos 712 DAT (Tabela 7), não se verificaram diferenças significativas ( $p>0,05$ ) entre as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey, para todas as variáveis avaliadas, evidenciando-se que o cafeeiro se recuperou das injúrias causadas pelos herbicidas.

Tabela 7 – Médias das avaliações de crescimento aos 712 dias após o transplante: altura (ALT), diâmetro do caule (CAU), diâmetro da copa (COP) e número de ramos plagiotrópicos (PLAG) em função das aplicações de herbicidas em pré e pós-emergência, em jato dirigido e sobre a muda, associados ou isolados.

Tratamentos	Variáveis			
	ALT	CAU	COP	PLAG
Capina <sup>1</sup>	117,15	28,54	90,22	45,91
[chl <sup>2</sup> +cle <sup>3*</sup> ]	113,35	28,73	89,98	45,27
[chl+cle <sup>*</sup> ]	116,03	29,09	90,13	44,23
[oxi <sup>4</sup> +chl+cle <sup>*</sup> ]	125,49	30,23	98,48	47,58
[oxi+chl+cle <sup>*</sup> ]	123,49	29,89	97,44	48,85
[oxi+chl+cle <sup>*</sup> +gli <sup>5</sup> ]	116,47	27,97	92,73	45,23
oxi-jd <sup>6</sup>	130,29	30,97	104,46	50,67
oxi-sm <sup>7</sup>	124,97	29,72	95,51	47,39
oxi-ir <sup>8</sup>	123,69	31,27	97,67	48,55
gli	115,22	29,40	89,69	44,20
[oxi+chl+hal <sup>9*</sup> ]	131,35	31,58	102,95	49,27
sulf <sup>10</sup>	125,39	29,42	95,23	47,25
flum <sup>11</sup>	116,79	29,59	87,23	44,78
ind <sup>12</sup>	133,67	30,96	103,41	48,58
oxi+fert <sup>13</sup>	122,18	30,87	97,11	47,65
oxi+ind <sup>14</sup>	128,56	32,04	101,90	50,54
C. V. (%)	8,46	4,75	9,17	6,09
F calc	1,86 <sup>ns</sup>	3,43 <sup>ns</sup>	2,22 <sup>ns</sup>	2,76 <sup>ns</sup>

Descrição: capina – capina manual; cle – cletodim; chl – clorimurrom; oxi – oxifluorfem; gli – glifosato; hal – haloxifope; sulf – sulfentrazone; flum – flumioxazina; ind – indaziflam; fert – Fertiactyl; <sup>1</sup> Capina realizada com enxada em faixa de 0,7 m a cada 30 dias; <sup>2</sup> Chlorimunon Nortox; <sup>3</sup> Select; <sup>4</sup> Galigan; <sup>5</sup> Roundup Original; <sup>6</sup> oxifluorfem aplicado em jato dirigido; <sup>7</sup> oxifluorfem aplicado sobre a muda; <sup>8</sup> oxifluorfem irrigado com lâmina de água de 1,6 mm logo após a aplicação do herbicida; <sup>9</sup> Verdict; <sup>10</sup> Boral; <sup>11</sup> Flumizin; <sup>12</sup> Alion; <sup>13</sup> O Fertiactyl foi aplicado de forma sequencial ao herbicida; <sup>14</sup> aplicação de oxifluorfem e sequencial de indaziflam após um ano; [ ] aplicações em mistura em tanque; \* adição de óleo mineral 0,5% v/v. DAT-dias após transplante; \*\* apenas as doses de glifosato foram utilizados equivalente ácido. C. V. (%) – coeficiente de variação; F calc – F calculado; \*\* 1%; \* -5% de significância.

O destaque dos tratamentos contendo oxifluorfem aplicados em jato dirigido se deve ao fato da sua aplicação ocorrer em pré-emergência das plantas daninhas e também ao fato dele apresentar um efeito residual próximo a 60 dias, possibilitando ao cafeeiro desenvolver-se sem interferência das plantas daninhas. Além disso, a combinação dos tratamentos de oxi+chl+hal e oxi+chl+cle, resultaram em pouca intoxicação ao cafeeiro,

período residual decorrente do oxifluorfem, e a possibilidade de controle de plantas daninhas que ultrapassavam o estágio de controle em pós-emergência inicial. Isso, pois, a associação de um gramínicida com um latifolicida aumentou o espectro de ação. Este tipo de aplicação vem sendo amplamente utilizado na cafeicultura do Cerrado Mineiro.

O oxifluorfem apresenta solubilidade em água de  $1 \text{ mg L}^{-1}$  a  $20^\circ \text{ C}$  e Koc de  $100.000 \text{ mL g}^{-1}$ , indicando forte adsorção pelo solo, aumentando conforme a matéria orgânica do solo (MOS). O herbicida flumioxazina tem solubilidade de  $1,79 \text{ mg L}^{-1}$  a  $20^\circ \text{ C}$ , com baixa adsorção e lixiviação no solo, embora seu Koc não seja conhecido. O indaziflam tem solubilidade de  $2040 \text{ mg L}^{-1}$  e Koc maior que  $1000 \text{ mL g}^{-1}$  e, embora com poucas informações sobre seu comportamento no solo, é adsorvido dependendo do teor de argila e MOS do solo. O herbicida sulfentrazone, todavia, possui solubilidade de  $110 \text{ mg L}^{-1}$  e Koc de  $4,3 \text{ mL g}^{-1}$  indicando baixa mobilidade e adsorção, sendo absorvidos principalmente pelas raízes das plantas (RODRIGUES e ALMEIDA, 2018).

Os herbicidas indaziflam ( $25$  e  $50 \text{ g ha}^{-1}$ ) e oxifluorfem ( $960 \text{ g ha}^{-1}$ ), isolados ou em mistura em tanque, foram eficazes no controle das plantas daninhas, apresentando efeito residual até aos 104 DAT, sem afetar o crescimento das mudas de café, indicando seletividade ao cafeeiro (PUCCI et al., 2019). Gomes et al. (2019), avaliando a seletividade do indaziflam em duas cultivares de cafés, com e sem proteção do coleto (uso de PVC e esterco), constataram redução na altura, diâmetro do caule, área foliar, matéria seca das raízes e caules, em função do cultivar e proteção com PVC e esterco, com menores danos ao sistema radicular. Isso, pois, parece existir grande afinidade do herbicida com a matéria orgânica e, em menor intensidade, aos colóides do solo, influenciando na dose (KAAPRO e HALL, 2012).

O principal mecanismo de seletividade dos herbicidas, abordados por Carvalho et al. (2009), é atribuído ao metabolismo diferencial desses produtos entre plantas daninhas e plantas cultivadas, em que, nas situações de recomendação agrônômica, as plantas daninhas são menos hábeis em realizá-lo. Ações de perdas ou injúrias às lavouras podem ser evitados, para isso, é necessário que as recomendações de herbicidas sejam baseadas em trabalhos de seletividade conduzidos com adequado rigor experimental e por longo tempo.

Coerentemente com a última avaliação de crescimento (Tabela 7), não houve efeito dos tratamentos sobre o volume de café maduro por planta, rendimento e a produtividade, avaliada na catação (Tabela 8). Verificou-se que a lavoura apresentou médias de  $0,49 \text{ L/planta}$  de café maduro, rendimento de  $423 \text{ L kg}^{-1}$  e produtividade de

0,38 sc ha<sup>-1</sup>). Novas avaliações serão realizadas nos próximos anos para checar os efeitos dos tratamentos a longo prazo na produtividade da lavoura, o que permitirá consolidar o conhecimento sobre a seletividade dos diferentes controles químicos empregados na implantação da lavoura de café na Região do Cerrado Mineiro.

Tabela 8: Médias do volume do café maduro (CVRPL), rendimento (RENDI) e produtividade (PROD) do cafeeiro submetidos a diferentes tratamentos de herbicidas na linha de plantio.

Tratamentos	Variáveis		
	VCRPL (L/planta)	RENDI (L/60 kg)	PROD (sc ha <sup>-1</sup> )
Capina <sup>1</sup>	0,17	269,7	0,19
[chl <sup>2</sup> +cle <sup>3*</sup> ]	0,16	357,9	0,28
[chl+cle <sup>*</sup> ]	0,77	364,1	0,27
[oxi <sup>4</sup> +chl+cle <sup>*</sup> ]	0,64	529,8	0,47
[oxi+chl+cle <sup>*</sup> ]	0,25	448,4	0,60
[oxi+chl+cle <sup>*</sup> +gli <sup>5</sup> ]	0,82	203,4	0,16
oxi-jd <sup>6</sup>	0,38	492,2	0,47
oxi-sm <sup>7</sup>	0,64	380,7	0,47
oxi-ir <sup>8</sup>	0,63	455,8	0,31
Gli	0,34	325,5	0,15
[oxi+chl+hal <sup>9*</sup> ]	0,31	538,8	0,50
sulf <sup>10</sup>	0,67	470,4	0,48
flum <sup>11</sup>	0,72	367,3	0,20
ind <sup>12</sup>	0,12	546,0	0,54
oxi+fert <sup>13</sup>	0,59	506,9	0,59
oxi+ind <sup>14</sup>	0,59	513,3	0,45
C. V. (%)	64,38	35,07	52,85
F Calc	2,73 <sup>ns</sup>	2,30 <sup>ns</sup>	2,76 <sup>ns</sup>

Descrição: capina – capina manual; cle – cletodim; chl – clorimurum; oxi – oxifluorfem; gli – glifosato; hal – haloxifope; sulf – sulfentrazone; flum – flumioxazina; ind – indaziflam; fert – Fertiactyl; <sup>1</sup> Capina realizada com enxada em faixa de 0,7 m a cada 30 dias; <sup>2</sup> Chlorimuron Nortox; <sup>3</sup> Select; <sup>4</sup> Galigan; <sup>5</sup> Roundup Original; <sup>6</sup> oxifluorfem aplicado em jato dirigido; <sup>7</sup> oxifluorfem aplicado sobre a muda; <sup>8</sup> oxifluorfem irrigado com lâmina de água de 1,6 mm logo após a aplicação do herbicida; <sup>9</sup> Verdict; <sup>10</sup> Boral; <sup>11</sup> Flumizin; <sup>12</sup> Alion; <sup>13</sup> O Fertiactyl foi aplicado de forma sequencial ao herbicida; <sup>14</sup> aplicação de oxifluorfem e sequencial de indaziflam após um ano; [ ] aplicações em mistura em tanque; \* adição de óleo mineral 0,5% v/v. DAT-dias após transplantio; \*\* apenas as doses de glifosato foram utilizados equivalente ácido. C. V. (%) – coeficiente de variação; F calc – F calculado; \*\* 1%; \* -5% de significância.; F calc – F calculado; <sup>ns</sup> não significativo.

#### 4. CONCLUSÕES

As principais espécies de plantas daninhas que ocorreram na área experimental foram espécies C4: *A. deflexus*, *E. indica*, *U. decumbens* e *U. ruzizensis*. As espécies dicotiledôneas predominantes foram *A. deflexus*, *S. rhombifolia* e *G. parviflora*, enquanto as gramíneas foram *E. indica*, *U. decumbens* e *U. ruzizensis*.

As aplicações dos herbicidas em pré-emergência, em jato dirigido, sobretudo aquelas contendo oxifluorfem, proporcionaram as melhores respostas de crescimento do cafeeiro, ao passo que os tratamentos com glifosato foram os que mais afetaram o crescimento das mudas no primeiro ano de cultivo.

Aplicações em área total de clorimuró-etílico associados aos graminicidas e oxifluorfem causaram injúrias que prejudicaram o crescimento inicial das plantas.

O herbicida indaziflam apresentou período residual de aproximadamente 5 meses, além de não causar intoxicação ao cafeeiro jovem em aplicações em jato dirigido.

Houve recuperação do crescimento do cafeeiro a médio prazo, independentemente dos tratamentos.

## 5. REFERÊNCIAS

- AMIN, R. T.; FREISTAS, S. P.; FREITAS, I. L. J.; GRAVINA, G. A.; PAES, H. M. F. Controle de plantas daninhas pelo indaziflam em solos com diferentes características físico-químicas. **Planta Daninha**, v. 32, n. 4, p. 791-800, 2014.
- ALCÂNTARA, E. N.; NÓBREGA, J. C. A.; MOZART, M. F. Métodos de controle de plantas invasoras na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e componentes da acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, n. 1 p. 1525-1533, 2007.
- ARAÚJO, F. C.; RONCHI, C. P.; ALMEIDA, W. L.; SILVA, M.A.A.; MAGALHÃES, C. E. O.; GOOD-GOD, P. I. V. Optimizing the width of strip weeding in Arabica coffee in relation to crop age. **Planta Daninha**, v. 30, n. 31, p. 129-138, 2012.
- BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba, Ompipax, 1ª ed., 2011, p. 1-36.
- CARVALHO, B. G.; FERNANDES, A. L. T.; MOSCA, E.; FERREIRA, R. T.; LIMA, K. C. C. Estudo do impacto da utilização do herbicida Alion-Indaziflan na eficiência das operações mecanizadas na cultura do café. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA, 19., 2017, Araguari. **Anais...** Araguari: Embrapa Café, p. 89-96. 2017.
- CARVALHO, F. P.; FRANÇA, A. C.; LEMOS, V. T.; FERREIRA, E. A.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A. Photosynthetic activity of coffee after application of glyphosate subdoses. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, n. 1, p. 109-115, 2013.
- CARVALHO, S.J.P.; NICOLAI, M.; FERREIRA, R.R.; CHRISTOFFOLETI, P. J. FIGUEIRA, A.V.O.; Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. **Scientia Agricola**, v.66, n.1, p.136-142, 2009.
- CUNHA, A. J. **Manejo intercalar de leguminosas perenes na cultura do café em produção**. 2012. 61 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.
- FIALHO, C. M. T.; SILVA, G. R.; FREITAS, M. A. M.; FRANÇA, A. C.; MELO, C. A. D.; SILVA, A. A. Competição de plantas daninhas com a cultura do café em duas épocas de infestação. **Planta Daninha**, v. 28, número especial, p. 969-978, 2010.
- FRANÇA, A.C.; FREITAS, M. A. M.; D'ANTONINO, L.; FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. A. REIS, M. R.; C. P. RONCHI. Teores de nutrientes em cultivares de café arábica submetidos à deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 877-885, 2010a.

- FRANÇA, A. C.; FREITAS, M. A. M.; FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. A.; REIS, M. R.; GALON, L.; VICTORIA FILHO, R. Crescimento de cultivares de café arábica submetidos a doses do glyphosate. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 599-607, 2010b.
- FRANÇA, A. C.; CARVALHO, F. P.; FIALHO, C. M. T.; D'ANTONINO, L. SILVA, A. A.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, L. R. Deriva simulada do glyphosate em cultivares de café Acaia e Catucaí. **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 443-451, 2013.
- FREITAS, M. A. M.; PASSOS, A. B. R. J.; TORRES, L. G.; MORAES, H. M. F.; FAUSTINO, L. A.; ROCHA, P. R. R.; SILVA, A. A. Sorção do sulfentrazone em diferentes tipos de solo determinada por bioensaios. **Planta Daninha**, v. 32, n. 2, p. 385-392, 2014.
- GARCIA, A. L. A.; FAGUNDES, A. V.; PADILHA, L.; RABELO JUNIOR, C. A. M.; RAMOS, S. V. Herbicidas pós-emergentes com potencial de uso na implantação do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 35., 2009, Araxá. **Anais...** Araxá: Fundação Procafé, p. 86-88, 2009.
- GOMES, C. A.; PUCCI, L. F.; ALVES, D. P.; PEREIRA, G. A. M.; LEANDRO, V. A.; REIS, M. R. Indaziflam application in newly transplanted arabica coffee seedling. **Coffee Science**, v. 14, n. 3, p. 373-381, 2019.
- GONÇALVES, M. F.; CARVALHO, S. J. P. Seletividade do herbicida sulfentrazone em pós-emergência sobre mudas de café recém implantadas. **Revista Agrogeoambiental**, v. 9, n. 1, p. 23-33, 2017.
- GUERRA, N.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONTANTIN, J.; OLIVEIRA NETO, A. M.; BRAZ, G. B. P. Aminocyclopyrachlor e indaziflam: seletividade, controle e comportamento no ambiente. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 12, n. 3, p.285-295, 2013.
- KAAPRO, J., HALL, J. Indaziflam - a new herbicide for pre-emergent control of weeds in turf, forestry, industrial vegetation and ornamentals. **Weed Science Research**, v. 18, n. especial, p. 267-270, 2012.
- KRENCHINSKI, F. H.; ALBRECHT, L. P.; CESCO, V. J. S.; RODRIGUES, D. M.; CORDEIRO, J. Levantamento florístico e fitossociológico de plantas daninhas: uma revisão dos métodos encontrados. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 217-228, 2015.
- LEMES, L. N.; CARVALHO, L. B.; SOUZA, M. C.; ALVES, P. L. C. A. Weed interference on coffee fruit production during a four-year investigation after planting. **African Journal of Agricultural Research**, v. 5, n. 10, p. 1138-1143, 2010.

- MAGALHÃES, C. E. O.; RONCHI, C. P.; RUAS, R. A. A.; SILVA, M. A. A.; ARAÚJO, F. C.; ALMEIDA, W. L. Seletividade e controle de plantas daninhas com oxyfluorfen e sulfentrazone na implantação de lavouras de café. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 599-607, 2012.
- MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R. A.; FERNANDES, D. R. **Cultura do café no Brasil**: manual de recomendações, Varginha: Fundação Procafé, 2016. 542 p.
- MELO, C. A. D.; MEDEIROS, W. N.; TUFFI SANTOS, L. D.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, G. L.; PAES, F. A. S. V.; REIS, M. R. Efeito residual de sulfentrazone, isoxaflutole e oxyfluorfen em três solos. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 835-842, 2010.
- PITELLI, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Journal Consherb**, v. 1, n. 2, p. 1-7, 2000.
- PUCCI, L. F.; FUKADA, P. M.; PEREIRA, G. A. M.; ALVES, D. P.; GOMES, C. A.; REIS, M. R. Association of indaziflam and oxyfluorfen in coffee pre-transplantation. **Coffee Science**, v. 14, n. 3, p. 359 - 365, 2019.
- R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015. <https://www.R-project.org/>.
- REIS, L. A. C.; CARVALHO, F. P.; FRANÇA, A. C.; FRANCINO, D. M. T.; PINTO, N. A. V. D.; FREITAS, A. F. Leaf morphoanatomy and biochemical variation on coffee cultivars under drift simulation of glyphosate. **Planta Daninha**, v. 36, n. 1, 2018.
- RIBEIRO, P. C.; CUNHA, A. J.; SANTOS, J. C. F. Infestação e fitossociologia de plantas daninhas em cafezal irrigado por gotejamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 43., 2017, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Fundação Procafé, p. 183-184, 2017. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 43., 2017, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Fundação Procafé, p. 183-184, 2017.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 7ª ed. Londrina: Edição dos autores, 2018. 764 p.
- RODRIGUES, R. J. A. **Eficácia e seletividade de herbicidas isolados e em associações no cafeeiro**. 2017. 108 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Sustainable weed control in coffee. In: KORRES, N. E.; BURGOS, N. R.; DUKE, S. O. (Orgs). **Weed control**: sustainability, hazards, and risks

in cropping systems worldwide. 1ed. Boca Raton, London, New York: CRC Press (Taylor & Francis Group), 2018, v. 1, p. 425-441.

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 421-426, 2003.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBREBRAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIRA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa Cerrado, 2013. 353 p.

SANTOS, J. C.F.; MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S. **Cobertura do solo no controle de plantas daninhas do café**. Planaltina, Embrapa, 2008. 54p. (Documentos, 226).

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007, 367 p.

SILVA, M. A. A.; ALMEIDA, W. L.; ANDRADE, M. V. S. F.; GUIMARÃES, J. G.; ARAÚJO, F. C.; SILVA, T. O.; DRUMOND, L. C. D.; RONCHI, C. P. Levantamento da infestação de plantas daninhas, durante o verão, em lavoura de café arábica fertirrigada do Alto Paranaíba-MG. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 6., 2009, Vitória. **Resumos...** Vitória: Embrapa Café, p. 315-321, 2009.

SILVA, L. G.; CASTANHEIRA, D. T.; VOLTOLINI, G. B.; SOUZA, I. F.; GONÇALVES, A. H.; GUIMARÃES, R. J. Sintomas de fitotoxicidade e crescimento de mudas de café submetidas aos herbicidas inibidores da protox. **Coffee Science**, v. 12, n. 3, p. 290-296, 2017.

SYSTAT SOFTWARE Inc. - SSI. **Sigmaplot for Windows, version 11.0**. 2008. Disponível em: <http://www.systat.com/products/sigmaplot/>. Acesso em: 13 de outubro de 2018.

VIVIAN, R. **Caracterização competitiva de *Alternanthera tenella*, *Tridax procumbens* e *Digitaria ciliaris*, com soja em condições de deficiência hídrica**. 2009. 130 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

YAMASHITA, O. M.; ORSI, J. V. N.; RESENDE, D. D.; MENDONÇA, F. S.; CAMPOS, O. R.; MASSAROTO, J. A.; CARVALHO, M. A. C.; KOGA, P. S.; PERES, W. M.; ALBERGUINI, A. L. Deriva simulada de herbicidas em mudas de *Coffea canephora*. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 12, n. 2, p.148-156, 2013.

## TOLERÂNCIA DE CAFEEIROS E CONTROLE DE CAPIM-AMARGOSO COM HERBICIDAS INIBIDORES DA ACCASE APLICADOS ISOLADAMENTE OU EM MISTURAS EM TANQUE COM CLORIMUROM-ETÍLICO

### RESUMO

A utilização de misturas em tanque de herbicidas para controle de plantas daninhas sofre interações que podem comprometer sua eficácia ou mesmo sua seletividade ao cafeeiro. O objetivo neste trabalho foi avaliar a tolerância de mudas de café à aplicação de inibidores da ACCase e da ALS, isolados e associados, e a eficácia desses herbicidas no controle de *Digitaria insularis*, em diferentes estádios fenológicos. Num primeiro ensaio, realizado em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 5, testaram-se cinco tratamentos (cletodim, haloxifope-p-metílico, clorimuirom aplicados de forma isolada e clorimuirom + haloxifope-p-metílico em mistura em tanque e sequencial) em cinco doses (0, 50, 100, 200 e 400% da dose comercial). Os herbicidas foram aplicados aos 42 dias após o transplântio, no topo das mudas. O crescimento das mudas, as trocas gasosas e análises da morfologia radicular foram quantificadas. No segundo experimento, em esquema fatorial 8 x 3, foram aplicados os graminicidas cletodim, haloxifope-p-metílico e fluazifope-p-butílico, isolados ou associados ao clorimuirom, mais o clorimuirom isolado, em três estádios de desenvolvimento do capim-amargoso (dois a três, quatro a cinco, e seis a sete perfilhos). Avaliações visuais de controle e, posteriormente, de matérias fresca e seca, foram realizadas para estimativa da interação das misturas em tanque. Herbicidas graminicidas, independentemente das doses, não causaram intoxicação, nem afetaram o crescimento e trocas gasosas do cafeeiro. O clorimuirom, isolado ou em mistura, causou leves injúrias e, nas doses maiores, redução do crescimento das mudas. Todos graminicidas controlaram com eficácia o capim-amargoso, independentemente do estádio, apesar de que a mistura em tanque de clorimuirom+fluazifope-p-butílico apresentou antagonismo no terceiro estádio. Mudas de cafés jovens são tolerantes aos graminicidas mesmo em altas doses, e, também, ao clorimuirom isolado ou em mistura, em doses recomendadas. Misturas em tanque de clorimuirom com fluazifope-p-butílico devem ser evitadas por causarem antagonismo.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica*, controle químico, mistura em tanque, interações.

**COFFEE TREE HERBICIDE TOLERANCE AND CAPIM-AMARGOSO  
CONTROL USING ACCASE INHIBITORS APPLIED ISOLATED OR IN  
TANK MIXTURES WITH CHLORIMURON-ETHYL**

**ABSTRACT**

The use of tank mixed herbicides to control weeds undergo molecules interactions that may compromise the herbicides effectiveness or even their selectivity to coffee tree. The objective of this work was to evaluate coffee seedlings tolerance to ACCase and ALS inhibitor herbicides, applied isolated or in association, and the effectiveness of these herbicides in the control of *Digitaria insularis*, in different phenological growth stages. In the first trial, which was performed under 5 x 5 factorial RBD, five treatments (clethodim, haloxyfop, chlorimuron all applied isolated, and chlorimuron + haloxyfop, applied as both tank mixture and sequential application), and five doses (0, 50, 100, 200 and 400% of recommended dose). Herbicide applications were performed on the top of coffee seedlings at 42 days after transplanting. Seedlings growth, gas exchange and root morphology were evaluated. In the second trial, 8 x 3 factorial RBD, the following graminicides: clethodim, haloxyfop-methyl, fluazifop-p-butyl and chlorimuron, all applied isolated or in association to chlorimuron; were applied in three phenological growth stages of sourgrass (two to three, four to five, and six to seven tillers). Visual control evaluations, followed by wet and dry matter content measurements were performed to estimate the tank mix herbicides interactions. Graminicides, regardless of their doses, did not cause any intoxication neither affect coffee tree growth, nor gas exchange. Chlorimuron herbicide, both isolated or in tank mix, resulted in minor injuries, and in high doses, reduced coffee seedlings growth. All graminicides were efficient to control sourgrass, regardless of its phenological growth stages, however, chlorimuron + fluazifop tank mixture resulted in some level of antagonism on the third growth stage. Young coffee seedlings are tolerant to graminicides even in high doses, as well as to chlorimuron, isolated or in mix, under recommended doses. Chlorimuron + fluazifop-p-butyl tank mixtures must be avoided due to their antagonism.

**Keywords:** *Coffea arabica*, chemical weed control, tank mixture, herbicides interaction.

## 1. INTRODUÇÃO

A interferência imposta pelas plantas daninhas agrava-se quando se trata da cultura em instalação e início de desenvolvimento. Nestas fases, o cafeeiro apresenta crescimento lento, comparativamente ao das plantas daninhas, sendo muito susceptível à competição por recursos na linha de plantio (RONCHI e SILVA, 2003; RONCHI et al., 2007; FRANÇA et al., 2013). A competição decorre não apenas de espécies dicotiledôneas, mas também daquelas monocotiledôneas, que são comuns na cafeicultura e em outros sistemas agrícolas. Dentre as espécies monocotiledôneas da família poaceae, *Digitaria insularis* é uma das plantas daninhas mais problemáticas na cafeicultura.

A convivência de *D. insularis* com mudas de café causou reduções no teor de macronutrientes do cafeeiro na ordem de 10 a 50%, e no crescimento, de 9 a 41%, dependendo da densidade de plantas daninhas (CARVALHO et al., 2013). Suas sementes têm pilosidades, sendo dispersadas por grandes distâncias pelo vento; além disso, possuem alta capacidade germinativa (MELO et al., 2015).

Vários fatores dificultam o seu manejo nas lavouras, entre eles, sua rusticidade, decorrente da perenização após formação de numerosos rizomas é o principal (MACHADO et al., 2006; GEMELLI et al., 2012; GOMES et al., 2017). Além disso, essa espécie apresenta diversos mecanismos de resistência ao glifosato como baixa absorção, translocação diferencial do herbicida, com maior acúmulo nas folhas do que nas raízes, compartimentação vacuolar, metabolização e superexpressão gênica da EPSPs (CORREA et al., 2010; CARVALHO et al., 2012; MELO et al., 2015; GOMES et al., 2017).

De qualquer forma, o controle de *D. insularis* e de outras plantas daninhas de folhas estreitas tem sido realizado em pós-emergência na linha de plantio com herbicidas inibidores da ACCase (RONCHI e SILVA, 2018) e, em menor extensão, em pré-emergência em lavouras adultas, sendo influenciado pelo estágio fenológico da planta daninha (ZOBIEOLE et al., 2016).

Os métodos de controle de plantas daninhas praticados na cafeicultura podem ser realizados por práticas manuais, mecanizadas, químicas, além de coberturas mortas (SIQUEIRA et al., 2015). Na Região do Cerrado Mineiro, majoritariamente, as operações realizadas na linha de plantio são através do emprego de herbicidas. Porém, este tipo de manejo dispõe de poucos herbicidas seletivos registrados, sendo a classe

dos inibidores da ACCase os seus principais representantes (RODRIGUES e ALMEIDA, 2018).

Os principais graminicidas utilizados pelos cafeicultores são cletodim, haloxifope-p-metílico, quizalope-p-etílico e fluazifope-p-butílico, embora nem todos sejam registrados para o café. O fato desses herbicidas controlarem apenas gramíneas requer sua mistura em tanque com latifolicidas, visto o amplo espectro de espécies de plantas daninhas que ocorrem nas lavouras (PEREIRA et al., 2018), ou mesmo o fato da dificuldade de se controlar *D. insularis* (CARVALHO et al., 2019). O herbicida clorimurom-etílico é muito utilizado nessas misturas por apresentar supostamente baixa toxicidade para as mudas de cafés jovens (CASTANHEIRA et al., 2019) e, principalmente, eficácia de controle sobre dicotiledôneas.

Relatos de cafeicultores da Região do Cerrado Mineiro têm apontado controle ineficaz de algumas gramíneas na linha do cafeeiro após aplicação de misturas de herbicidas. Além disso, tem sido observada intoxicação dos cafeeiros, causando reduções no seu crescimento. Embora em alguns casos a planta aparentemente se recupere, há insegurança sobre quais efeitos essas injúrias podem acarretar nas produções futuras.

A escolha dos herbicidas para mistura em tanque deve ser criteriosa, pois herbicidas inibidores da ACCase têm efeitos antagônicos quando misturados com latifolicidas como as sulfoniluréias, imidazolinonas, bentazon e 2,4-D. O antagonismo dos inibidores da ACCase, quando em mistura com sulfoniluréias, resulta na redução da atividade do graminicida, fato atribuído à incompatibilidade física na mistura em tanque, alterações na absorção, translocação do graminicida e interferência com fatores metabólicos específicos (GERWICK, 1988; BARNWELL e COBB, 1994; SILVA e SILVA, 2007; PEREIRA et al., 2018).

A ação dos herbicidas inibidores da ACCase ocorre sobre a forma homomérica da enzima Acetil-CoA presente tanto no citosol quanto nos cloroplastos das gramíneas. A seletividade às espécies dicotiledôneas é devida à presença de uma forma heteromérica no cloroplasto (HESS e THILL, 2000). As sulfoniluréias por sua vez inibem a síntese dos aminoácidos ramificados leucina, isoleucina e valina. Com a inibição da enzima ALS ocorre, portanto, a interrupção da síntese proteica (SILVA e SILVA, 2007).

Herbicidas inibidores ACCase enquadram-se em três grupos químicos: os ariloxifenoxipropanoatos (FOPs), ciclohexanodionas (DIMs) e fenipirazolinas (DENS)

(PEREIRA et al., 2018). Esses diferentes grupos de inibidores da ACCase, aplicados isolados ou em mistura em tanque com clorimurrom-etílico, podem afetar o crescimento inicial de mudas de café, além de controle ineficaz das plantas daninhas, conforme estágio fenológico. A hipótese levantada é a de que herbicidas inibidores da ACCase, quando misturados em tanque com inibidores da ALS, podem apresentar atividade reduzida sobre o capim-amargoso, com efeito diferencial dependendo do grupo químico e do estágio fenológico da planta.

O objetivo foi avaliar a tolerância de mudas de café aos inibidores da ACCase de diferentes grupos químicos e de inibidores da ALS, aplicados isolados e em misturas em tanque, e a sua eficácia no controle de *D. insularis*, em diferentes estádios fenológicos.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Esse trabalho foi composto por dois experimentos, sendo que num avaliou-se a tolerância de mudas de café a herbicidas inibidores da ACCase isolados e, ou, associados com clorimurrom-etílico e, noutro, testou-se a eficácia desses herbicidas sobre *D. insularis*, em três estádios de desenvolvimento.

### **2.1. Experimento I**

#### **2.1.1. Condições experimentais**

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Florestal. Mudas de café arábica (*C. arabica*) da variedade Catuaí Vermelho IAC 144, com cinco pares de folhas, foram transplantadas para vasos de polietileno contendo 11 L de substrato formado pela mistura de solo, areia e esterco bovino, na proporção de 3:1:1 (v/v/v). O substrato foi previamente corrigido com 1 kg m<sup>-3</sup> de calcário dolomítico e adubado com 1 kg m<sup>-3</sup> de cloreto de potássio e 5 kg m<sup>-3</sup> de superfostato simples. Aos 20 e 40 dias após o transplântio (DAT) das mudas de café foram realizadas adubações de cobertura com 5 g de sulfato de amônio por vaso.

#### **2.1.2. Delineamento experimental e tratamentos**

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos foram distribuídos em arranjo fatorial 5 x 5, compostos por cinco combinações de herbicidas, aplicados de isoladamente ou em mistura em tanque, distribuídos em cinco doses, conforme o Tabela 9. Para cada herbicida, a dose comercial recomendada de bula foi considerada como dose de referência. Assim, as

doses da Tabela 9 foram definidas como sendo 0, 0,5, 1,0, 2,0 e 4,0 vezes a dose de referência.

Os herbicidas foram aplicados aos 42 DAT com um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, trabalhando à pressão constante de 3,0 kgf cm<sup>-2</sup>, equipado com barra para duas pontas de jato tipo leque (Teejet XR 110.02), espaçadas de 0,50 m entre si, a 0,50 m do alvo, com velocidade de 7,2 km h<sup>-1</sup>, aplicando-se o volume equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup> de calda.

Tabela 9 – Tratamentos com os herbicidas e suas respectivas doses.

Herbicidas	Dose i. a. (g ha <sup>-1</sup> )	Aplicação
cle <sup>1,4</sup>	0; 48; 96; 192; 384	Isolado
hal <sup>2,4</sup>	0, 45; 90; 180; 360	Isolado
chl <sup>3,4</sup>	0; 35; 70; 140; 280	Isolado
chl+hal <sup>4</sup>	[0+0]; [8,75+45]; [17,5+90]; [35+0,180]; [70+0,360]	MT <sup>5</sup>
chl+hals <sup>4</sup>	[0+0]; [8,75+45]; [17,5+90]; [35+0,180]; [70+0,360]	AS <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Select; <sup>2</sup> Verdict; <sup>3</sup> Chlorimuron Nortox; <sup>4</sup> adicionou-se 0,5% v/v de óleo mineral; <sup>5</sup> Aplicação associada dos herbicidas no mesmo tanque; <sup>6</sup> Aplicação do clorimurum-etílico seguida pelo haloxifope-p-metílico 24 h após.

### 2.1.3. Variáveis avaliadas

#### 2.1.3.1. Avaliações de intoxicação

Aos 28 dias após a aplicação (DAA) foram realizadas avaliações visuais de intoxicação do cafeeiro pelos herbicidas, atribuindo-se notas variando de 0%, quando não se verificaram sintomas, a 100%, quando houve morte da planta.

#### 2.1.3.2. Avaliações de crescimento

Aos 40 e 103 DAT foram realizadas avaliações de crescimento do diâmetro da copa através da extensão do terço inferior da muda, altura a partir do solo ao ápice da planta e diâmetro do caule, tomado a 5,0 cm do solo com paquímetro digital. A área foliar (AF) foi estimada de forma direta por meio da equação proposta por Antunes et al. (2008):  $AF = 0,6626 \times (CF \times LF)^{1,0116}$ , em que CF e LF são o comprimento e a maior largura da folha, respectivamente. A última avaliação de área foliar foi realizada pelo método destrutivo, com auxílio do integrador de área foliar portátil LI-3000C Li-COR.

#### 2.1.3.3. Avaliações de trocas gasosas

Aos 21 DAA avaliaram-se as trocas gasosas do cafeeiro com um analisador de gases no infravermelho – IRGA (modelo LiCor 6400 XT, Li-COR, Lincoln, EUA), em sistema aberto, com luz saturante artificial de 1.000  $\mu\text{mol}$  fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> e concentração

ambiente de CO<sub>2</sub>. Foram medidas a taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> ( $A$ ), condutância estomática ( $g_s$ ), taxa transpiratória ( $E$ ) e a relação entre as concentrações interna e externa de CO<sub>2</sub> ( $C_i/C_a$ ), na terceira folha fisiologicamente madura do ramo do terço intermediário da planta.

#### **2.1.3.4. Avaliações destrutivas**

Aos 103 DAT o experimento foi encerrado. A parte aérea foi cortada rente ao solo e colocada em estufa de circulação forçada de ar a 70°C por 72 horas e pesadas para determinação da massa de matéria seca. O sistema radicular foi lavado em água corrente, em peneira de malha menor que 1,0 mm. Uma amostra representativa do sistema radicular foi coletada e utilizada para avaliações morfofisiológicas com o software SAFIRA, conforme descrito em Ronchi et al. (2015). Foram então estimados os seguintes parâmetros fisiológicos, relacionados a morfologia das raízes: comprimento, área e volume totais das raízes por volume do solo, além do diâmetro médio das raízes. Também foram estimados a área e o comprimento específico das raízes.

#### **2.1.4. Análises estatísticas**

Os dados das análises estatísticas foram analisados quando a homocedasticidade e normalidade pelos testes Bartlett e Shapiro-Wilk, respectivamente, posteriormente foram ajustadas equações de regressão relacionando cada variável-resposta com o fator dose sobre cada aplicação de herbicida através do software Sigmaplot (SYSTAT SOFTWARE Inc, 2008). Para a escolha das equações foram levadas em conta a lógica biológica, a significância dos parâmetros da regressão e os maiores valores de coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

### **2.2. Experimento II**

Para esse trabalho, também realizado em casa de vegetação, o substrato foi preparado, corrigido, adubado e envasado conforme descrito para o experimento anterior. As sementes de *D. insularis* foram coletadas no município de Tiros-MG, em área recém-implantada com cafeicultura, cultivada anteriormente com cereais e sem histórico de resistência a herbicidas inibidores da ACCase. Foram semeadas 15 sementes de *D. insularis* em vasos de polietileno de 11 L, em outubro de 2018. Aos 26 dias após o semeio (DAS) foi realizado o desbaste para cinco plantas por vaso, e elas

foram adubadas com 5,0 g de sulfato de amônio por vaso. A irrigação foi realizada diariamente mantendo-se o substrato com umidade próxima à capacidade de campo.

### 2.2.1. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, com 24 tratamentos dispostos em arranjo fatorial 8 x 3. Além do tratamento controle, foram testados sete herbicidas ou misturas em tanque de herbicidas (Tabela 10), aplicados em três estádios de desenvolvimento do capim-amargoso: dois a três, quatro a cinco e seis a sete perfilhos, doravante denominados Estádios 1, 2 e 3, respectivamente. Esses estádios ocorreram respectivamente aos 29, 36 e 41 dias após o semeio (DAS).

Para as aplicações foi utilizado um pulverizador costal pressurizado a CO<sub>2</sub>, trabalhando à pressão constante de 3,0 kgf cm<sup>-2</sup>, equipado com barra para duas pontas de jato tipo leque (Teejet XR 110.02), espaçadas de 0,50 m entre si, a 0,50 m do alvo, com velocidade de 7,2 km h<sup>-1</sup>, aplicando-se o equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup> de calda. As aplicações foram realizadas as 08:00 h da manhã.

Tabela 10 – Descrição dos herbicidas e doses de cada tratamento.

Tratamentos	Dose kg <sup>-1</sup> i. a.
hal <sup>1,6</sup>	0,125
cle <sup>2,6</sup>	0,240
flu <sup>3</sup>	0,250
chl <sup>4,6</sup>	0,025
hal +chl <sup>5</sup>	[0,125+0,025]
clet+chl <sup>5</sup>	[0,240+0,025]
flu+chl <sup>5</sup>	[0,250+0,025]
Controle <sup>7</sup>	-

<sup>1</sup>Verdict; <sup>2</sup>Select; <sup>3</sup>Fusilade <sup>4</sup>Chlorimuron Nortox; <sup>5</sup> Mistura em tanque; <sup>6</sup>Adicionou-se óleo mineral 0,5% v/v; <sup>7</sup>Ausência de aplicação herbicidas.

### 2.2.2. Variáveis avaliadas

#### 2.2.2.1. Notas visuais de controle

Aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação dos herbicidas (DAA) foram realizadas avaliações visuais de controle da *D. insularis*, atribuindo notas variando de 0%, onde não houve controle, a 100%, quando houve morte da planta, conforme ALAN (1974) (Tabela 11).

Tabela 11 – Escala de avaliação visual proposta pela Asociación Latinoamericana de Malezas – ALAM.

Porcentagem de controle	Descrição do nível de controle
0 – 40	Nenhum
41 – 60	Regular
61 – 70	Suficiente
71 – 80	Bom
81 – 90	Muito bom
91 – 100	Excelente

Fonte: Adaptado da Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974).

### 2.2.3. Determinação da interação da mistura em tanque dos herbicidas

Aos 28 DAA, a parte aérea das plantas (folhas e colmos) foi cortada rente ao solo para medições das massas das matérias fresca e, posteriormente, secas em estufa de circulação forçada de ar por 72 h a 70°C para determinação da massa seca. As notas das avaliações aos 28 DAA foram utilizadas para determinar as interações entre os herbicidas graminicidas e o latifolicida, conforme modelo proposto por Colby (1967):

$$RE = 100 - \frac{(100 - X) \times (100 - Y)}{100}$$

$RE$  = controle esperado pela mistura de herbicidas,  $X$  e  $Y$  = porcentagem de controle proporcionada respectivamente pelos herbicidas graminicida ( $X$ ) e latifolicida ( $Y$ ) aplicados isoladamente. Para o cálculo da redução da massa fresca ( $Rm$ ) foi utilizada a seguinte equação (Barroso et al., 2014):

$$Rm = 100 - \frac{\text{massa fresca da planta tratada}}{\text{massa fresca do controle}} \times 100$$

O tratamento sem aplicação de herbicidas foi utilizado como controle. Os valores observados das notas visuais e da massa fresca foram comparados com os valores calculados para as respostas esperadas da aplicação e, posteriormente, submetidos à análise de variância. Quando as interações apresentaram diferenças significativas entre as médias dos tratamentos foram classificadas como: antagônicas, se a resposta do controle foi inferior à soma das aplicações isoladas; aditiva, quando não houve diferença significativa; e sinérgica quando foi superior ao valor esperado pela soma das aplicações isoladas (BARROSO et al., 2014). As análises de variância das notas visuais e redução de controle foram realizadas pelo teste F e, em seguida, suas

médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade com uso do software R.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1. Experimento I**

Para as notas visuais de controle houve interação significativa ( $p < 0,05$ ) entre as doses e os herbicidas. Aos 28 DAA verificou-se que apenas os tratamentos à base de clorimurrom-etílico causaram sintomas visuais de intoxicação (Figura 4). Os sintomas aumentaram com a elevação da dose segundo modelos exponenciais, porém atingiram valores máximos de 25%, mesmo quando utilizadas doses quatro vezes à recomendada; as doses adequadas causaram entre 10 a 15% de injúrias. O tratamento com clorimurrom-etílico e haloxifope-metílico, aplicado em mistura em tanque, foi o que causou o maior nível de intoxicação das mudas de café, sendo 21,7% e 29,5% superior aos tratamentos em aplicação sequencial e com clorimurrom-etílico isolado na dose quatro vezes maior que a recomendada, respectivamente. Quando aplicado a dose adequada o tratamento com chl+hal apresentou 14,8%, chl+hals 11,4% e chl 11,6% de injúrias, quando a dose foi dobrada responderam por 22%, 18,1% e 18% de injúrias, respectivamente.

Os sintomas foram caracterizados por manchas cloróticas e encarquilhamento das folhas mais jovens. Ronchi e Silva (2003) também não constataram intoxicações visuais em mudas de café pelos graminicidas cletodim e fluazifope-p-butílico, e observaram sintomas semelhantes do clorimurrom-etílico, com leve intoxicação das mudas. Carvalho et al. (2014) também identificaram intoxicação causada por

clorimuirom-etílico em mudas de café inoculadas com fungos micorrízicos.

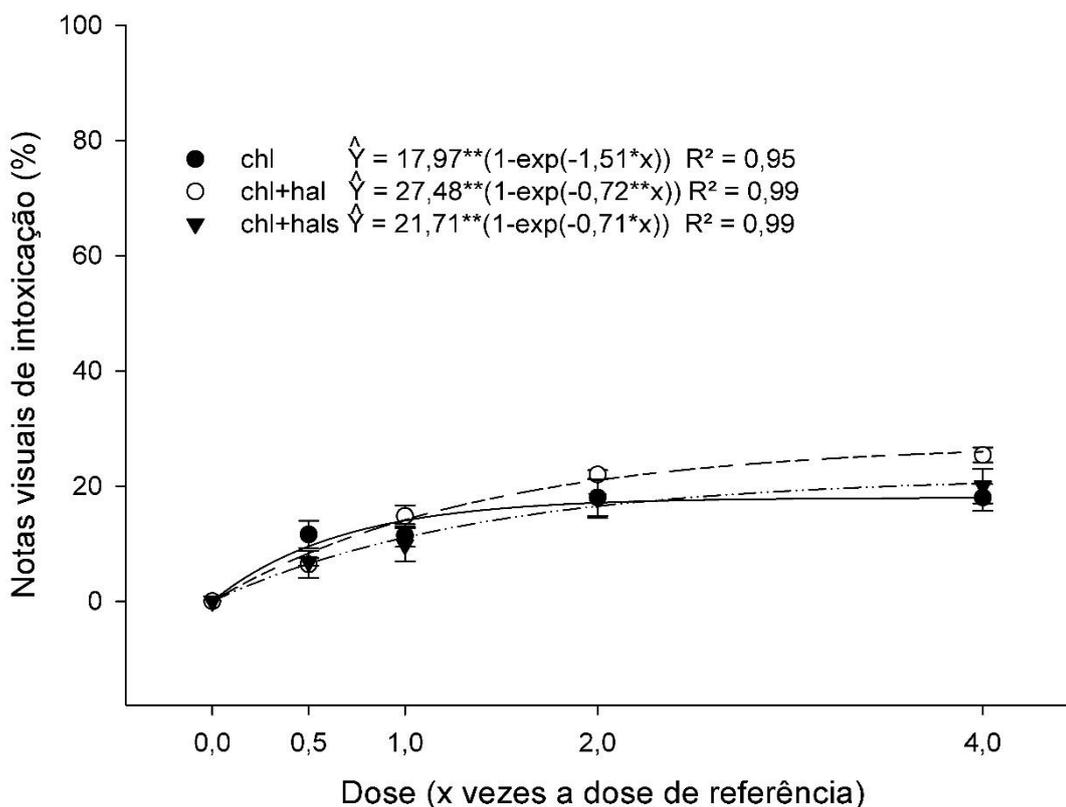


Figura 4 - Notas visuais de intoxicação das mudas de café em função das doses dos herbicidas clorimuirom-etílico, clorimuirom-etílico + haloxifope-p-metílico, associados e em aplicação sequencial. <sup>ns</sup>, \*, \*\*, não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. A dispersão refere-se à média  $\pm$  erro padrão da média ( $n = 5$ ).

Os sintomas da intoxicação com clorimuirom-etílico relacionam-se ao seu mecanismo de ação, que consiste na inibição da síntese de aminoácidos alifáticos de cadeia lateral: valina, leucina e isoleucina (VARGAS et al., 2016). A tolerância apresentada pelo cafeeiro ao clorimuirom-etílico pode ser relacionada com a capacidade de metabolização do herbicida em produtos não fitotóxicos (CASTANHEIRA et al., 2019).

Para as avaliações de crescimento não houve interação significativa entre as doses e herbicidas ( $p > 0,05$ ). Não foram verificados efeitos significativos ( $p > 0,05$ ) das doses dos tratamentos com cletodim e haloxifope-p-metílico sobre a altura, diâmetro do caule, da copa e área foliar (Figura 5). Ronchi e Silva (2004), investigando a eficiência de vários herbicidas aplicados em lavoura de café Catuaí Vermelho recém-implantada, tanto solteira como consorciadas com feijão, observaram que os herbicidas inibidores da ACCase cletodim e fluazifope-p-butílico foram seletivos às culturas e eficientes no controle das plantas daninhas, não causando injúrias nem afetando negativamente a altura e o diâmetro do caule do cafeeiro. Yamashita et al. (2009) não observaram

intoxicação em mudas de *Coffea canefora* pelo haloxifope-metílico, sendo que bentazon, oxifluorfem, haloxifope-metílico, imazetapir, fomesafem e lactofem causaram intoxicações leves ou moderadas. Eles ainda observaram que os tratamentos não afetaram a altura e o diâmetro do caule, mas o número de folhas foi superior em mudas tratadas com haloxifope-metílico, bentazon, oxifluorfem e imazetapir.

Os tratamentos contendo clorimuirom-etílico, tanto isolado como em mistura em tanque, apresentaram respostas exponenciais, sendo inversamente proporcionais às doses para todas as variáveis de crescimento. Os tratamentos chl, chl+hal e chl+hals tiveram comportamento semelhantes, reduzindo a altura em 13,3% em relação ao hal (Tabela 12). A variável diâmetro do caule destacou-se negativamente para o chl e chl+hal, apresentando valores inferiores em 12,2% ao tratamento com cletodim. O menor diâmetro da copa foi verificado nos tratamentos com chl e chl+hal. Quando aplicados com o dobro da dose referência, os tratamentos associados, reduziram o diâmetro do caule em 12,1% em relação ao controle (figura 5). Menor área foliar foi encontrada no tratamento com chl+hal, chegando a ser 34,8% menor que o controle. Houve leve diminuição dos diâmetros do caule e da copa, de 11,8% e 13,3%, respectivamente, para a mistura em tanque e de 14,7% e 12,7%, respectivamente, para aplicação sequencial, nas doses mais elevadas em relação ao controle.

A mistura em tanque de clorimuirom-etílico e sethoxydim não afetou o desenvolvimento do cafeeiro em relação às suas aplicações isoladas (RODRIGUES, 2017). Entretanto, este autor recomenda que a aplicação do clorimuirom-etílico deve ser criteriosa, pois em plantas jovens pode causar leves sintomas de toxidez e levar à incompatibilidade da sua mistura com fluazifope-p-butílico para o controle de gramíneas. Garcia et al. (2009) verificaram que o controle de plantas daninhas foi satisfatório com clorimuirom-etílico e fluazifope-p-butílico de forma associada, entretanto, o primeiro causou leve intoxicação no cafeeiro, mas sem afetar seu crescimento. A aplicação de clorimuirom-etílico sobre o mamoeiro foi seletiva em doses de 15 g ha<sup>-1</sup> não causando reduções na altura, diâmetro do caule e produtividade (MACIEL et al., 2017).

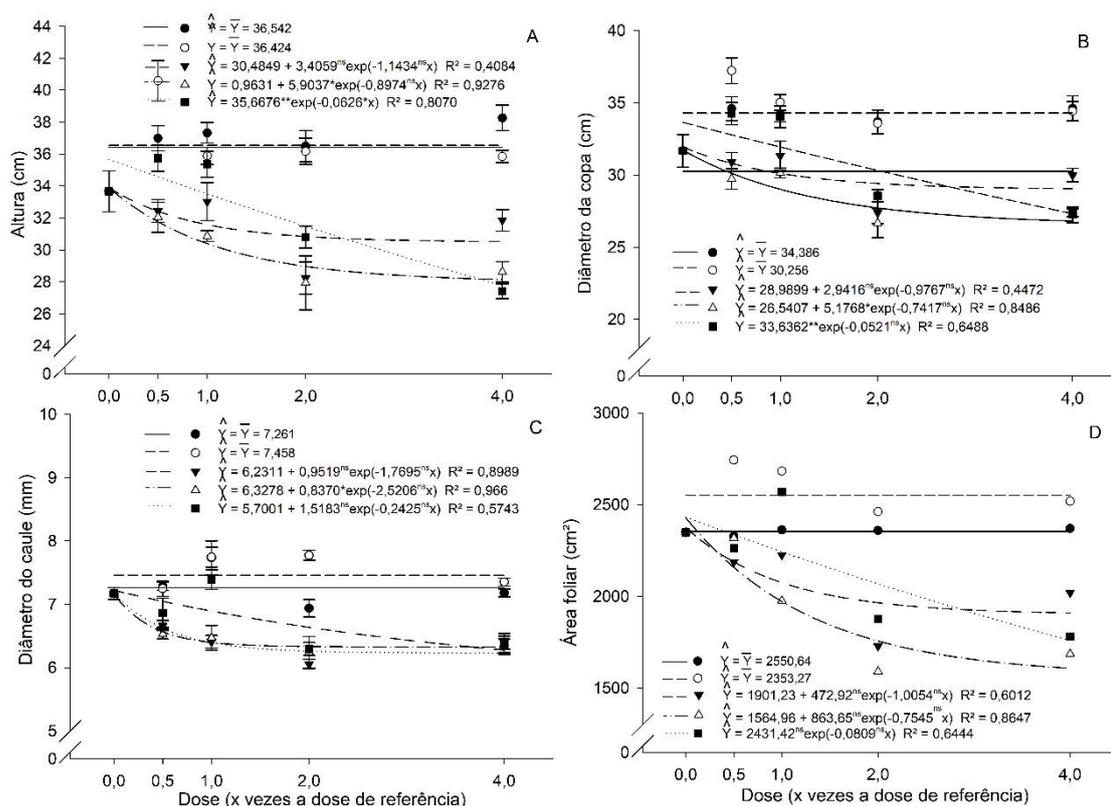


Figura 5 - Incremento do crescimento da parte aérea das mudas de café em função de cinco níveis doses dos herbicidas cletodim, haloxifope-p-metílico, clorimuirom-etílico, clorimuirom-etílico + haloxifope-p-metílico, associados e em aplicação sequencial. A – Altura; B – Diâmetro da copa; C – Diâmetro do caule; D – Área foliar. <sup>ns</sup>, \*, \*\*, não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. ○ Hal, ● Cle, ▼ Chl, △ Chl+Hal, ■ Chl+Hals. A dispersão refere-se à média ± erro padrão da média ( $n = 5$ ).

Tabela 12: Médias da altura (ALT), diâmetro da copa (COPA), diâmetro do caule (CAULE) e área foliar (AF) referentes a aplicação dos herbicidas cletodim (cle), haloxifope-p-metílico (hal), clorimuirom-etílico (chl), clorimuirom-etílico + haloxifope-p-metílico, associados (chl+hal) e em aplicação sequencial (chl+hals).

HERBICIDA	ALT (cm)	COPA (cm)	CAULE (mm)	AF (cm <sup>2</sup> )
Hal	36,542 A	33,755 AB	7,2612 AB	2353,275 AB
Cle	36,424 A	34,386 A	7,4576 A	2550,638 A
Chl	31,844 B	30,256 C	6,5382 C	2101,996 BC
chl+hal	30,624 B	29,072 C	6,5572 C	1984,022 C
chl+hals	32,592 B	31,192 BC	6,813 BC	2167,210 BC
C.V. (%)	14,41	12,73	9,83	17,44

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem de si pelo teste de Tukey a 5% de significância. C. V. (%) – coeficiente de variação.

As trocas gasosas ( $A$ ,  $g_s$ ,  $E$  e  $Ci:Ca$  – Figura 6) não foram afetadas ( $p > 0,05$ ) pelos tratamentos isolados, nem pela sua interação, assim como observado por Voltolini et al. (2019), em cafeeiros jovens tratados com fluzifope-p-butílico, e por Castanheira

et al. (2019), com clorimuirom-etílico em doses até 200% à recomendada em cafés jovens.

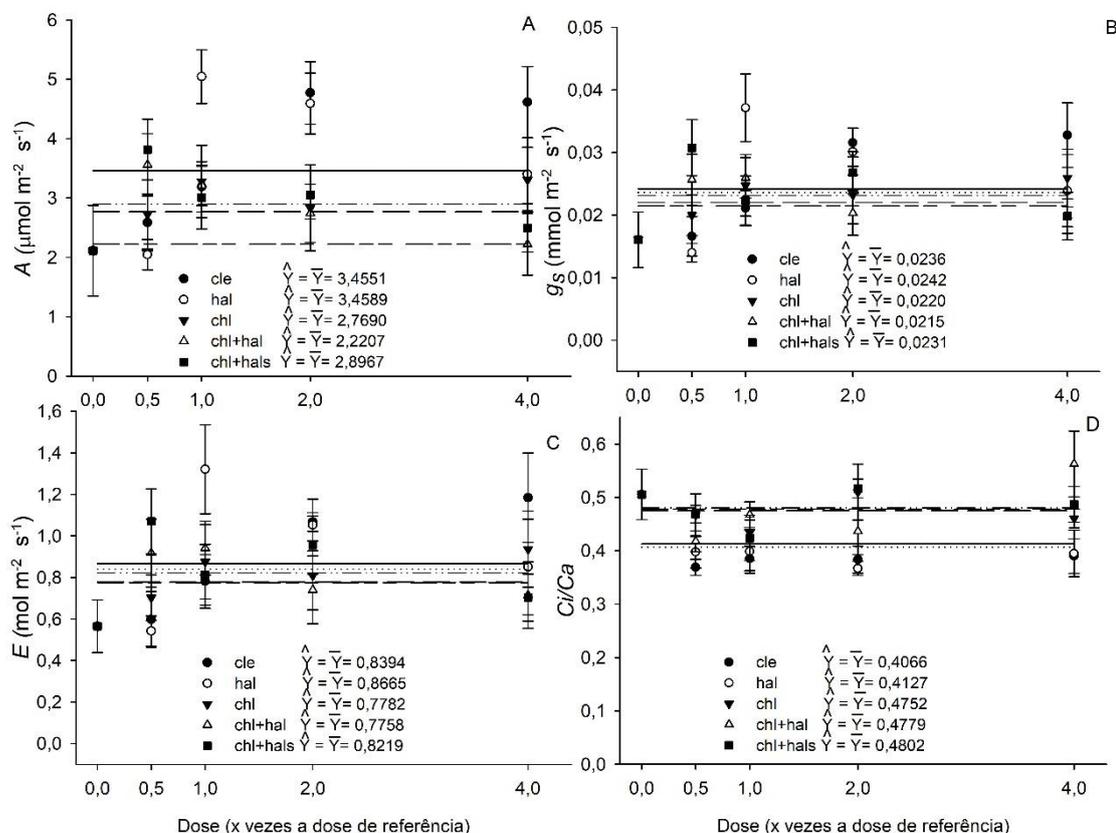


Figura 6 - Avaliação das trocas gasosas das mudas de café em função dos cinco níveis de doses dos herbicidas cletodim, haloxifope-p-metílico, clorimuirom-etílico, clorimuirom-etílico + haloxifope-p-metílico, associados e em aplicação sequencial. A – fotossíntese; B – condutância estomática; C – transpiração; D – razão carbono interno/carbono externo. <sup>ns</sup>, \*, \*\*, não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. A dispersão refere-se à média  $\pm$  erro padrão da média ( $n = 5$ ).

Não houve interação entre os herbicidas e suas doses ( $p > 0,05$ ) para as variáveis de matéria seca. O herbicida cle foi o que proporcionou a maior matéria seca, seguido pelo hal, independentemente das doses (Tabela 13). O clorimuirom-etílico, tanto isolado como associado, causou reduções da matéria seca em todas as variáveis (tabela 13). Quanto às doses, não foi observado efeito dos tratamentos na matéria seca de ramos ortotrópicos ( $p > 0,05$ ), mas a matéria seca dos ramos plagiotrópicos foi afetada exponencialmente pelas doses dos tratamentos com associação de herbicidas, chl+hal e chl+hals, causando reduções de 36,1 e 41,9% nas maiores doses, respectivamente (Figura 7), em relação ao controle. A matéria seca das folhas foi significativa para mistura em tanque dos herbicidas chl+hal, com resposta exponencial ao aumento da dose, reduzindo em 27,1% quando usada a maior dose (Figura 7).

Os resultados apresentam similaridade aos observados por Castanheira et al. (2019), pois obtiveram respostas lineares de decréscimo da altura da planta, área foliar, matéria seca das folhas, matéria seca e comprimento dos ramos ortotrópicos com a elevação da dose de clorimuron até 200% da dose recomendada. As doses recomendadas pelo fabricante reduziram em 5,06% a altura, 7,41% o comprimento dos ramos plagiotrópicos, 1,2% a massa das folhas e 10,5% a área foliar. A matéria seca dos ramos plagiotrópicos foi significativa ( $p < 0,05$ ), seguindo curva quadrática conforme aumento da dose (CASTANHEIRA et al., 2019).

Tabela 13: Médias das matérias secas das raízes (MSRA), parte aérea (MSPA), planta inteira (MSPI), ramos ortotrópicos (MSOR), ramos plagiotrópicos (MSPL) e folhas (MSFL) referentes a aplicação dos herbicidas cletodim (cle), haloxifope-p-metílico (hal), clorimuron-etílico (chl), clorimuron-etílico + haloxifope-p-metílico, associados (chl+hal) e em aplicação sequencial (chl+hals).

HERB	MSRA	MSPA	MSPI	MSOR	MSPL	MSFL
	g/planta					
Hal	4,201 A	25,058 AB	29,259 AB	5,599 AB	1,854 AB	17,605 AB
Cle	4,676 A	27,414 A	32,089 A	6,085 A	2,258 A	19,071 A
Chl	3,105 B	22,032 BC	25,129 C	4,844 BC	1,698 B	15,482 BC
chl+hal	3,067 B	21,070 C	24,137 C	4,676 C	1,612 B	14,782 C
chl+hals	3,290 B	22,602 BC	25,892 BC	5,042 BC	1,618 B	15,939 BC
C.V. (%)	25,32	17,39	17,00	19,39	37,90	17,28

Para cada variável, médias seguidas pela mesma letra não diferem de si pelo teste de Tukey a 5% de significância. C. V. (%) – coeficiente de variação.

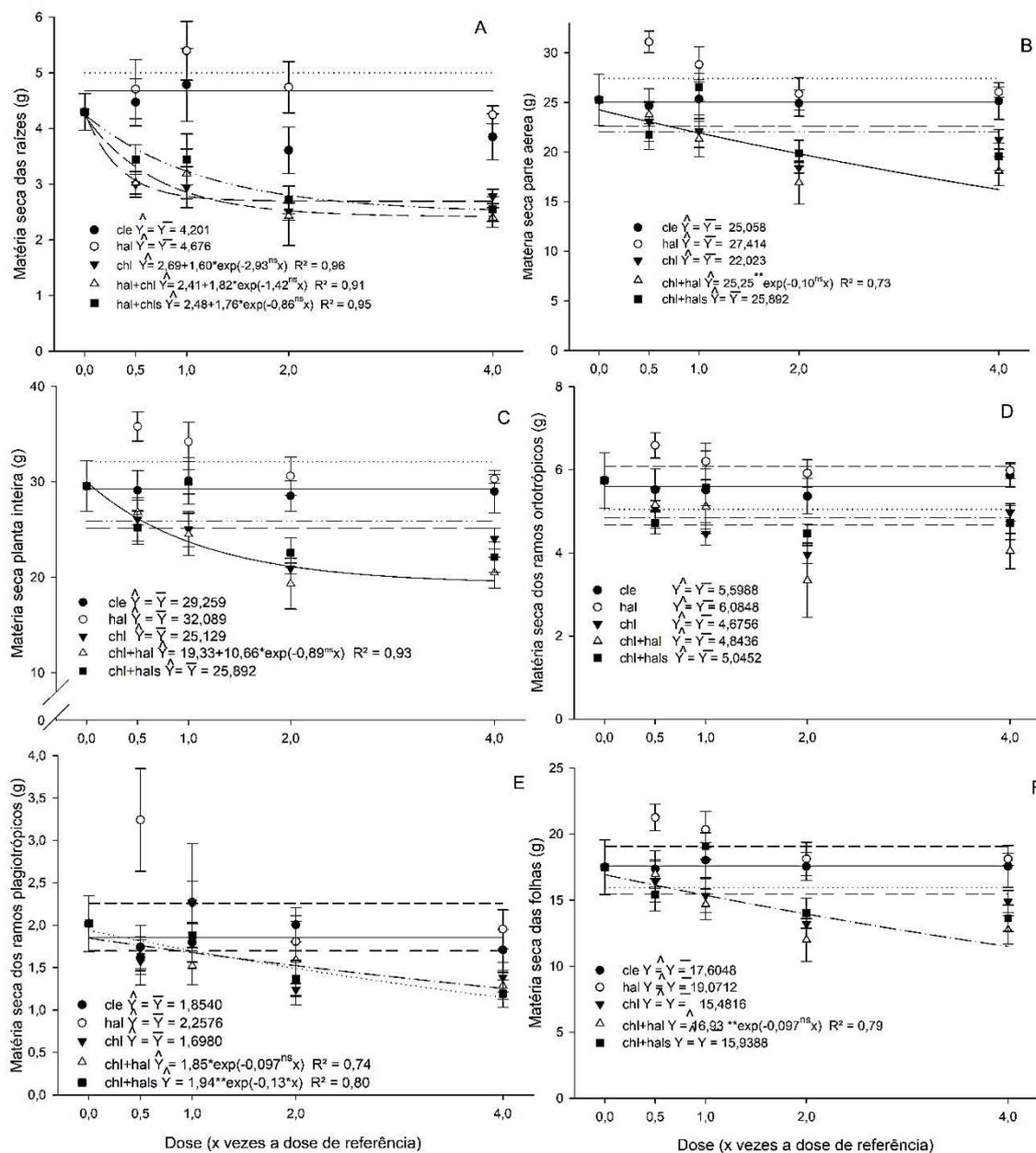


Figura 7- Médias da matéria seca da parte aérea das mudas de café em função dos cinco níveis de doses dos herbicidas (cle) cletodim, (hal) haloxifope-p-metilico, (chl) clorimuirom-etílico, clorimuirom-etílico + haloxifope-p-metilico, associados (chl+hal) e em aplicação sequencial (chl+hals). A – raízes; B - parte aérea; C – planta inteira; D – ramos ortotrópicos; E – ramos plagiotrópicos; F –folhas. <sup>ns</sup>, \*, \*\*, não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. A dispersão refere-se à média  $\pm$  erro padrão da média ( $n = 5$ ).

As raízes apresentaram maior matéria seca nos tratamentos com cle e hal (graminicidas) e menor nos que continham o clorimuirom-etílico (Tabela 13). Os tratamentos chl, chl+hal e chl+hals também reduziram a massa seca das raízes quando houve incremento das doses (Figura 7). Nenhum graminicida aplicado de forma isolada interferiu no crescimento de raízes ( $p > 0,05$ ). Houve redução da matéria seca da parte aérea com o aumento da dose de clorimuirom. A matéria seca da planta inteira respondeu

exponencialmente às doses de chl+hal, com redução de 31,3% em relação ao controle quando aplicada a maior dose. Ressalta-se que esses resultados são referentes a quatro vezes a dose recomendada, pois quando se utilizou a dose normal, a redução foi de apenas 15,3% em relação ao controle. Diferentemente dos resultados encontrados por Castanheira et al. (2019), que não identificaram efeitos do clorimurrom-etílico sobre o comprimento e matéria seca das raízes em nenhuma das cinco doses testadas.

Respostas similares aos efeitos dos herbicidas inibidores da ACCase foram observadas por Voltolini et al. (2017), pois não observaram nenhuma alteração anatômica em mudas de cafés ao testarem doses de fluazifope-p-butílico 200% superiores à recomendada. A aplicação de fluazifope-p-butílico em mudas de cafés por Carvalho et al. (2014) apresentaram respostas semelhantes às descritas acima, evidenciando o caráter seletivo desta classe de herbicida. Esses mesmos autores observaram que os herbicidas clorimurrom-etílico e o oxifluorfem reduziram o incremento de raízes em 10% e o em 14%, estando inoculadas ou não. Porém, Castanheira et al. (2019) não observaram efeito do clorimurrom-etílico sobre as variáveis de crescimento radicular.

Não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos para as variáveis razão raiz:parte aérea e área foliar específica (Figura 8). Entretanto, os tratamentos com clorimurrom-etílico causaram respostas exponenciais na razão raiz:parte aérea em função das doses, de forma que apenas 50% da dose recomendada foi suficiente para causar decréscimos de 28,1, 27,0 e 12,3% na razão raiz: parte aérea, para chl+hal, chl e chl+hals, respectivamente. Assim, mesmo sob doses mais elevadas de clorimurrom-etílico, o efeito da redução na razão da raiz:parte aérea estabilizou-se, não ultrapassando 28% em relação ao controle, não causando perdas tão grandes quanto as que

normalmente são observadas em competição com plantas daninhas.

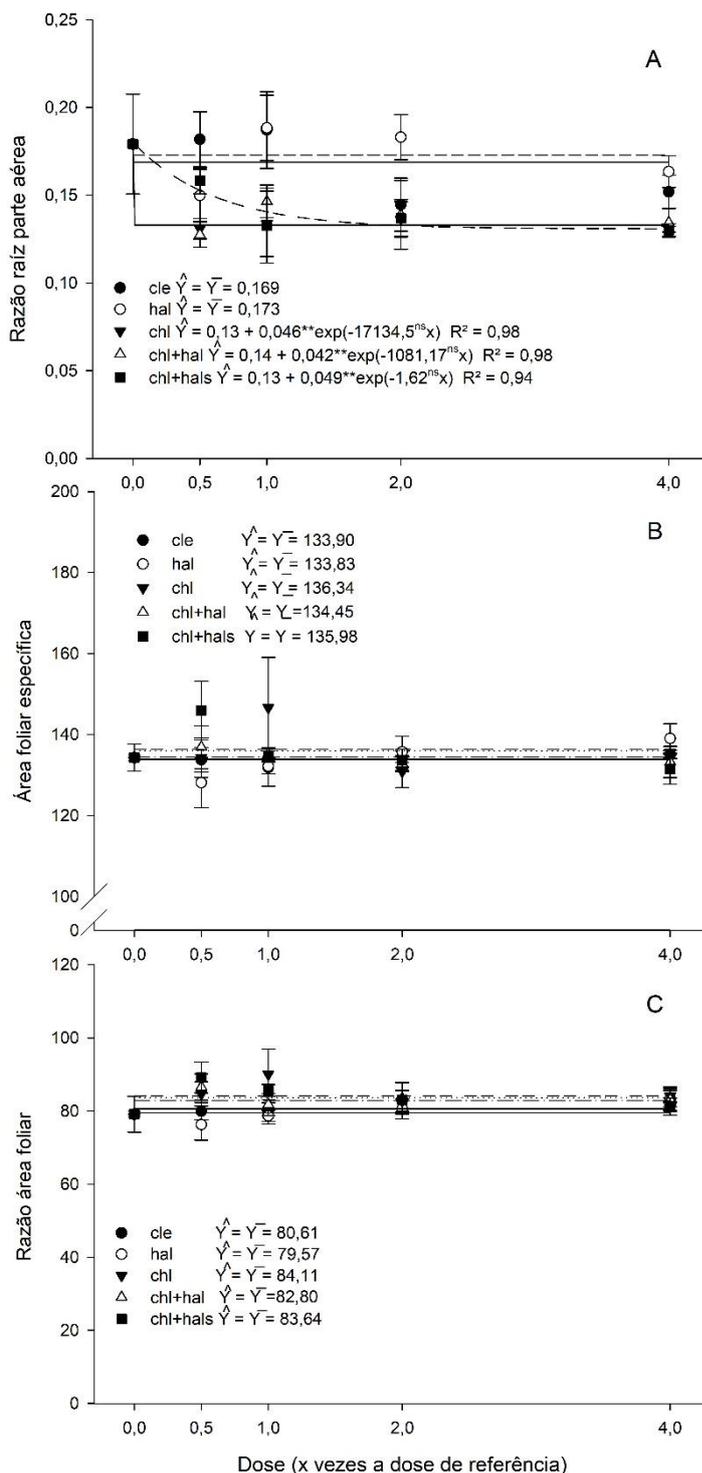


Figura 8 - Razão raiz: parte aérea – A, área foliar específica – B, e razão de área foliar - C das mudas de café em função das doses de cletodim, haloxifope-p-metílico, clorimurrom-etílico, clorimurrom-etílico + haloxifope-p-metílico, associados e em aplicação sequencial. <sup>ns</sup>, \*, \*\*, não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. A dispersão refere-se à média  $\pm$  erro padrão da média ( $n = 5$ ).

As avaliações do comprimento, volume e área total, assim como o diâmetro médio radicular não apresentaram interações significativas ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos e as doses. As análises morfológicas realizadas nas raízes por meio da

digitalização de imagem não mostraram efeitos significativos de doses para os tratamentos com graminicidas isolados (Figura 9). Todavia, com o aumento das doses de chl, chl+hal e chl+hals houve decréscimo exponencial no comprimento total das raízes, chegando a 48,7% de redução na maior dose em relação ao controle. A área superficial das raízes também apresentou comportamento similar ao comprimento, com reduções de 27,3 e 37,6% para os tratamentos chl e chl+hals, respectivamente (Figura 9 B). O volume total das raízes foi afetado apenas pelo chl+hal, que na dose recomendada reduziu-o em 31,7% (Figura 9 C). Não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para o diâmetro das raízes do café entre os herbicidas, independentemente das doses, apresentando valor médio de 0,337 mm (Figura 9 D).

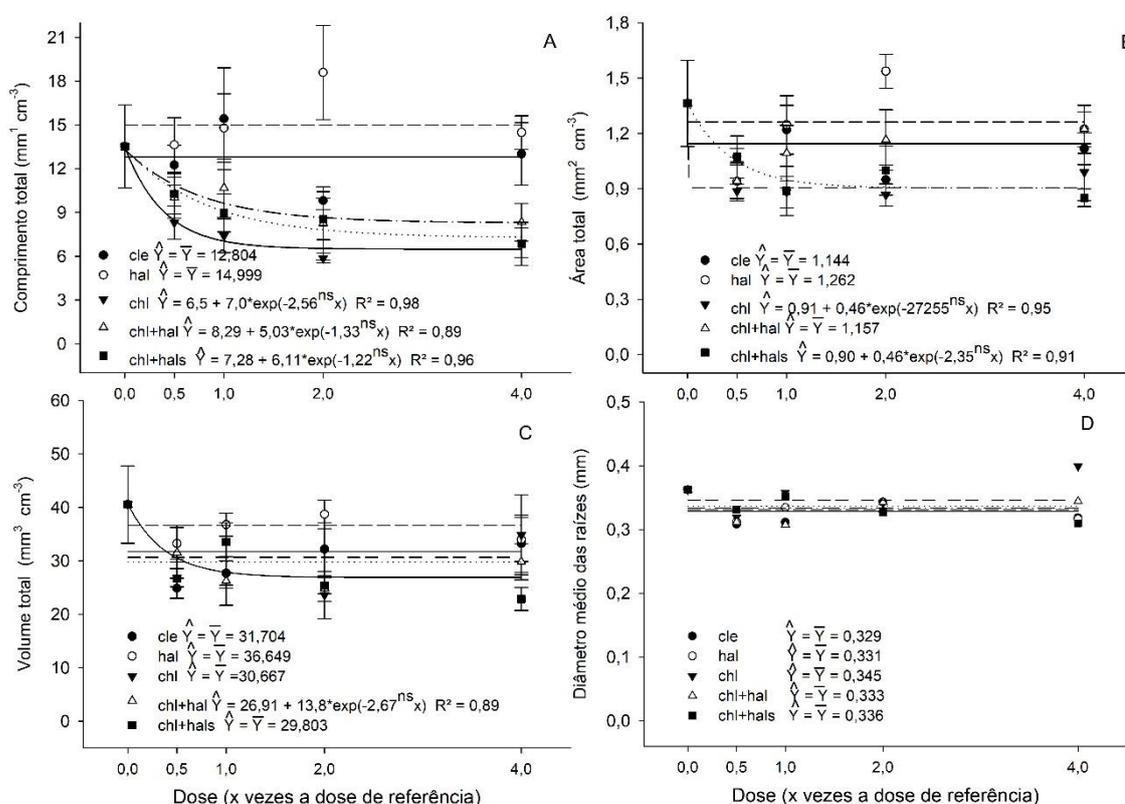


Figura 9 - Comprimento total (A), área total (B), volume total (C) e diâmetro médio das raízes (D) de mudas de cafés em função dos cinco níveis de doses dos herbicidas cletodim, haloxifope-p-metílico, clorimurum-etílico, clorimurum-etílico + haloxifope-p-metílico, associados e em aplicação sequencial. <sup>ns</sup>, \*, \*\*, não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t. A dispersão refere-se à média  $\pm$  erro padrão da média ( $n = 5$ ).

A enzima acetil coenzima-A carboxilase (ACCase), encontrada no estroma de plastídios, realiza a conversão do AcetilCoA em Malonil-Coa pela adição de CO<sub>2</sub> ao acetil-CoA. Essa é considerada a reação-chave no que, dosa o ritmo da biossíntese de lipídios (SILVA e SILVA, 2007). A falta de lipídios provoca despolarização da membrana celular (SILVA e SILVA, 2007). A enzima ACCase apresenta três domínios

funcionais, biotinacarboxilase, biotinacarboxil transportadora de proteína e carboxiltransferase. A tolerância das espécies dicotiledôneas deve-se à presença de dois tipos de ACCases, uma forma homomérica no citosol e outra heteromérica, que é insensível ao graminicida, nos cloroplastos. As gramíneas possuem apenas a forma homomérica tanto no citosol como nos cloroplastos (HESS e THILL, 2000). Assim, pode-se concluir que no cafeeiro, mesmo sob altas doses do graminicida, a atividade da forma heteromérica garante a produção de lipídios necessárias ao funcionamento celular.

O clorimurom-etílico é um herbicida sistêmico, absorvido tanto por folhas quanto por raízes, e sua translocação se dá pelo xilema e floema, causando encurtamento das raízes secundárias (RODRIGUES e ALMEIDA, 2018), explicando, assim, as reduções de massas, volume e comprimento das raízes, conforme aumento das doses. Embora o herbicida clorimurom-etílico tenha apresentado sintomas de intoxicação leves, doses elevadas causaram reduções do crescimento da parte aérea e radicular do cafeeiro, ressaltando, que estas doses foram 300% superiores ao indicado na bula, algo não praticável pelos produtores. A seletividade das sulfoniluréias, por sua vez, é atribuída à rápida conversão de compostos inativos pelas culturas tolerantes, visto que plantas sensíveis apresentam pouco ou nenhum metabolismo do herbicida (OLIVEIRA JR. et al., 2011).

### 3.2. Experimento II

Os fatores herbicidas e estádios apresentaram interação significativa ( $p < 0,05$ ) para todas as variáveis avaliadas, exceto para a nota visual aos 7 DAA (Tabela 14). Aos 7 DAA, as maiores porcentagens de controle foram proporcionadas pelos graminicidas isolados, independentemente do estágio do capim-amargoso. Todavia, quando o haloxifope-metílico, fluazifope-p-butílico e cletodim foram associados ao clorimurom-etílico, as porcentagens de controle foram 53,1, 47,9 e 42,4% inferiores, respectivamente, às alcançadas pelos graminicidas isoladamente (Tabela 14). A aplicação de clorimurom-etílico causou leve intoxicação no capim-amargoso (máximo em 10%, Tabela 14) e, de forma geral, apresentou as menores notas de controle, justamente, em função do seu mecanismo de ação. A tolerância do capim-amargoso ao clorimurom-etílico foi semelhante aos resultados observados por Martins et al. (2009), que identificaram que este herbicida causou apenas leves injúrias em plantas de *U.*

*decumbens*, resultando em apenas 5,5% de intoxicação aos 7 DAA, com ausência de sintomas a partir dos 21 DAA.

Tabela 14 – Porcentagem de controle de capim-amargoso, em três estádios de desenvolvimento, avaliada aos 7, 14, 21 e 28 dias após aplicação (DAA).

Tratamentos	Estádio 1	Estádio 2	Estádio 3
	Porcentagem de controle aos 7 DAA		
haloxifope-p-metílico	63,3 Aab	64,5 Aa	56,5 Ab
Cletodim	67,8 Aab	75,6 Aa	65,4 Ab
fluazifope-p-butílico	58,4 Ab	62,8 Aab	64,5 Aa
Clorimurom	9,3 Cab	10,5 Ca	7,7 Cb
haloxifope + clorimurom	29,7 Ba	28,8 Bab	26,7 Bb
cletodim + clorimurom	39,0 Bab	40,6 Bb	32,3 Bb
fluazifope + clorimurom	30,4 Bb	33,8 Ba	20,3 Bc
Porcentagem de controle aos 14 DAA			
haloxifope-p-metílico	100,0 Aa	99,4 Aab	91,9 ABb
Cletodim	100,0 Aa	100,0 Aa	94,2 Aa
fluazifope-p-butílico	100,0 Aa	91,1 Ab	80,5 CDc
Clorimurom	2,2 Ca	7,1 Ca	3,2 Fa
haloxifope + clorimurom	97,6 Aa	92,1 Aa	70,6 Db
cletodim + clorimurom	99,2 Aa	96,5 Aa	82,9 BCb
fluazifope + clorimurom	73,0 Ba	71,6 Ba	43,1 Eb
Porcentagem de controle aos 21 DAA			
haloxifope-p-metílico	100,0 Aa	100,0 Aa	99,3 Aa
Cletodim	100,0 Aa	100,0 Aa	99,7 Aa
fluazifope-p-butílico	100,0 Aa	95,7 Ab	93,5 BCb
Clorimurom	0,9 Ca	0,0 Ca	0,0 Ea
haloxifope + clorimurom	100,0 Aa	100,0 Aa	89,9 Cb
cletodim + clorimurom	100,0 Aa	99,8 Aa	96,7 Aba
fluazifope + clorimurom	94,1 Ba	74,4 Bb	68,2 Dc
Porcentagem de controle aos 28 DAA			
haloxifope-p-metílico	100,0 Aa	100,0 Aa	100,0 Aa
Cletodim	100,0 Aa	100,0 Aa	100,0 Aa
fluazifope-p-butílico	100,0 Aa	100,0 Aa	96,0 BCb
Clorimurom	0,0 Ba	0,0 Ba	0,0 Ea
haloxifope + clorimurom	100,0 Aa	100,0 Aa	94,3 Cb
cletodim + clorimurom	100,0 Aa	100,0 Aa	99,3 Aba
fluazifope + clorimurom	97,7 Aa	96,7 Aa	74,0 Db
C. V. (%)	23,42	7,87	3,55

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% probabilidade de. C. V.: coeficiente de variação.

Aos 14 DAA, todos os tratamentos contendo inibidores da ACCase controlaram de forma efetiva o capim-amargoso, que se encontravam tanto no Estádio 1 (dois a três perfilhos) como no Estádio 2 (quatro a cinco perfilhos), com notas superiores a 90% (controle excelente), exceto a mistura em tanque de fluazifope-p-butílico+clorimuirom-etílico, apresentando notas de controle de 71,6% e 43,1% para os estádios 2 e 3, respectivamente (Tabela 14).

As aplicações com mistura em tanque realizadas sobre o capim-amargoso no Estádio 3 apresentaram níveis de controle inferiores, o tratamento cletodim de forma isolado demonstrou maior eficácia no controle, seguidos por haloxifope-p-metílico e o fluazifope-p-butílico (Figura 10). A mistura em tanque de cletodim+clorimuirom foi a associação que apresentou melhor controle, enquanto fluazifope+clorimuirom o pior (48% inferior).

Aos 21 DAA, todos os tratamentos que continham graminicidas controlaram o capim-amargoso no Estádio 1 de forma excelente (100%). Todavia, a mistura em tanque fluazifope+clorimuirom, embora atingiu a classe de controle excelente, apresentou a menor média (94,1%). O tratamento fluazifope+clorimuirom também apresentou menores notas de controle no Estádio 2, com o controle classificado como bom (71,6%, Tabela 14). As plantas de capim-amargoso tratadas com clorimuirom praticamente não apresentavam mais sinais de injúrias aos 21 DAA. O capim-amargoso no Estádio 3 foi mais sensível ao haloxifope e ao cletodim isolados, comparativamente ao fluazifope. As misturas em tanque de haloxifope-p-metílico ou de fluazifope-p-butílico com clorimuirom foram inferiores ao cletodim em 89,9% e 68,2% no controle de capim-amargoso, respectivamente.

Aos 28 DAA, todos os tratamentos foram eficazes no controle de capim-amargoso nos Estádios 1 e 2, exceto o tratamento com clorimuirom isolado (Tabela 14). Os graminicidas aplicados isolados promoveram controle excelente, embora o haloxifope-p-metílico e cletodim destacaram-se com as maiores notas. O tratamento com fluazifope apresentou valores inferiores de controle tanto isolado quanto associado ao clorimuirom, apresentando o pior resultado (inferior a 74%) dentre as misturas em tanque. O herbicida haloxifope-p-metílico promoveu controle eficiente de *D. insularis* em doses superiores a 100 g ha<sup>-1</sup>, sem intoxicar lavouras de *Coffea arabica* cv. Paraíso, Catuaí e Mundo Novo, em avaliação realizada aos 42 DAT (DORNELAS et al., 2017). Esses autores relataram ainda que o herbicida haloxifope encontra-se em processo de registro para a cultura do café.



Figura 10 - Controle de capim-amargoso aos 7, 14, 21 e 28 DAA (de cima para baixo), após aplicação dos tratamentos em três estádios fenológicos: dois a três, quatro a cinco e seis a sete perfilhos (da esquerda para a direita). Em cada figura, os tratamentos seguem essa ordem (da esquerda para direita): controle, cletodim, haloxifope, fluazifope, clorimurrom, cletodim + clorimurrom, haloxifope + clorimurrom, fluazifope + clorimurrom.

O clorimurrom-etílico se transloca mais rapidamente que os inibidores da ACCase, sendo absorvido pelas folhas e raízes. Após entrarem no floema, que possui pH alcalino, dissociam-se em ânions com dificuldade de deixar o floema. Apresenta Kow de 2,3 em pH 7,0. Os inibidores da ACCase são absorvidos rapidamente pelas folhas, sendo que o cletodim e fluazifope-p-butílico (Kow 15000 e 4,5, respectivamente) translocam-se por rotas apoplásticas, enquanto o haloxifope-p-metílico (Kow 11,7) pela rota simplástica, com baixa mobilidade (OLIVEIRA et al., 2011; RODRIGUES e ALMEIRA, 2018). A mistura em tanque destes herbicidas pode ter modificado seu comportamento quanto à translocação, alterando a velocidade em que chegue ao sítio de ação.

A realização de misturas de diferentes sais de glifosato com graminicidas (cletodim, haloxifope, quizalofope e setoxidim) para o controle de capim-amargoso resistente ao glifosato, em dois estádios fenológicos precoces, foram eficazes com graminicidas isolados e associados com glifosato aos 28 DAA (BARROSO et al., 2014). As aplicações precoces foram excelentes, exceto para o glifosato sal de amônio e potássico, aplicados isoladamente, apresentando controle do capim-amargoso inferiores a 70%. Quando as aplicações ocorreram mais tardiamente, com três a quatro perfilhos, o controle foi inferior a 80%, sendo que as associações do glifosato com os graminicidas, ou estes aplicados isoladamente, proporcionaram os melhores resultados (BARROSO et al., 2014).

Os herbicidas registrados para o controle de *D. insularis*, além de serem poucos, são (ou deveriam sempre ser) recomendados em estádios de desenvolvimento mais precoces (RODRIGUES e ALMEIDA, 2018). Todavia, os inibidores da ACCase atuam também sobre *D. insularis* em estádios avançados de desenvolvimento, entretanto, não causam necrose total das folhas (GEMELLI et al., 2012), produzindo o sintoma característico de necrose das zonas de crescimento. Após a aplicação de cletodim sobre capim-amargoso, em pleno florescimento, a remoção da haste da panícula e de algumas folhas jovens é facilmente realizada, demonstrando a morte do tecido meristemático e a capacidade de translocação desse herbicida (GEMELLI et al., 2012).

A associação de herbicidas é realizada normalmente para ampliar o espectro de controle (sobre dicotiledôneas e monocotiledôneas), complementar a ação de herbicidas que apresentem ineficácia sobre plantas daninhas mais desenvolvidas, ou mesmo para controlar plantas mais tolerantes a determinada molécula (BARNWELL e COBB, 1994). Parreiras et al. (2010) não obtiveram êxito no controle de *D. insularis*, em pleno

desenvolvimento reprodutivo, para todas as associações de glifosato (0, 0,72, 1,44 e 2,16 kg ha<sup>-1</sup>) com haloxifope-metílico (0, 30 e 60 g ha<sup>-1</sup>) e setoxidim (0, 184 e 368 g ha<sup>-1</sup>), apresentando controle inferior a 40% e baixa inibição do acúmulo de matéria fresca na dose adequada do glifosato.

Associações de graminicidas (haloxifope, quizalofope, cletodim e fluazifope) com glifosato não apresentaram controle eficaz em aplicação única (ZOBIOLE et al., 2016). Estes autores também relatam a dificuldade em controlar capim-amargoso já perenizado, em pleno florescimento. Neste caso, sendo eficiente apenas a aplicação de haloxifope-p-metílico em doses acima de 100 g ha<sup>-1</sup>, com aplicação sequencial de cletodim+glifosato 35 dias após.

A matéria fresca não apresentou diferença significativa ( $p>0,05$ ) para os tratamentos com graminicidas, independentemente do estágio fenológico que o capim-amargoso se encontrava. O clorimuró-metílico reduziu a biomassa do capim-amargoso em 46,4% e 27,6%, nos Estádios 1 e 2, respectivamente, não apresentando controle no Estádio 3 (Tabela 15). Esses resultados são explicados pelo estágio fenológico avançado em que o capim-amargoso recebeu aplicação do clorimuró, pois apresentava maior área foliar, conseqüentemente, recuperou-se do estresse e acumulou biomassa rapidamente.

Não foram observadas diferenças significativas no efeito dos herbicidas ( $p>0,05$ ) na redução de biomassa ( $Rm$ ), esperada pela associação do clorimuró com os graminicidas (Tabela 15). Os estádios fenológicos influenciaram na resposta das aplicações: nos Estádios 1 e 2, por exemplo, praticamente não se observaram diferenças em relação à redução de biomassa. O tratamento fluazifope+clorimuró, aplicado no capim-amargoso no Estádio 3, causou a maior redução de biomassa. Barroso et al. (2014) observaram que todas as misturas em tanque com sais de glifosato e graminicidas, assim como todos os graminicidas isolados, apresentaram efeitos semelhantes e satisfatórios na redução da biomassa de *D. insularis*. e que todos os tratamentos causaram redução de biomassa superior a 90% no estágio inicial (três a quatro folhas). Todavia, inferiores quando apresentaram dois perfilhos, demonstrando o efeito do controle em estágio fenológico mais tardio.

Nas avaliações de redução de crescimento, com base na fórmula proposta por Colby (1967), observaram-se respostas aditivas para as misturas em tanque de clorimuró com os herbicidas haloxifope e cletodim (porém não significativas pelo teste F). Os tratamentos contendo haloxifope-p-metílico e fluazifope-p-butílico associados ao clorimuró-metílico apresentaram antagonismo, pois, a redução de crescimento esperado, foi significativa, porém inferior ao observado pela associação dos

herbicidas, isso no Estádio 2; já no Estádio 3, apenas fluazifope-p-butílico apresentou efeito antagônico (Tabela 15).

Tabela 15 - Matéria fresca, reduções de biomassa (*Rm*) e de crescimento (*RE*) de capim-amargoso, aos 28 DAA de herbicidas, em três estádios de desenvolvimento da planta daninha.

Tratamentos	Estádio 1	Estádio 2	Estádio 3
	Matéria fresca (g/vaso)		
Controle	211,8 Ab	256,6 Aa	254,8 Aa
haloxifope-p-metílico	0,7 Ca	3,2 Ca	9,0 Ba
Cletodim	0,6 Ca	2,6 Ca	10,1 Ba
fluazifope-p-butílico	0,7 Ca	2,9 Ca	13,8 Ba
clorimurom	113,5 B a	185,7 Bb	272,9 Ac
haloxifope + clorimurom	0,8 Ca	2,5 Ca	14,1 Ba
cletodim + clorimurom	0,6 Ca	3,5 Ca	11,4 Ba
fluazifope + clorimurom	1,1 Ca	5,7 Ca	22,9 Ba
Redução de biomassa ( <i>Rm</i> )			
Controle	-	-	-
haloxifope-p-metílico	99,7 Aa	98,8 Aa	96,5 Ab
Cletodim	99,7 Aa	99,0 Aa	96,1 ABb
fluazifope-p-butílico	99,7 Aa	98,9 Aa	94,6 ABb
Clorimurom	-	-	-
haloxifope + clorimurom	99,6 Aa	99,0 Aa	94,5 Bb
cletodim + clorimurom	99,7 Aa	98,7 Aa	95,5 ABb
fluazifope + clorimurom	99,5 Aa	97,8 Ab	91,0 Cc
Redução de crescimento ( <i>RE</i> )			
Controle	-	-	-
haloxifope-p-metílico	-	-	-
Cletodim	-	-	-
fluazifope-p-butílico	-	-	-
Clorimurom	-	-	-
haloxifope + clorimurom	100,0 <sup>ns</sup>	100,0 <sup>ns</sup>	94,3*
cletodim + clorimurom	100,0 <sup>ns</sup>	100,0 <sup>ns</sup>	99,3 <sup>ns</sup>
fluazifope + clorimurom	97,0 <sup>ns</sup>	96,7*	73,2**
C. V. (%)	23,42	7,87	3,55

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% probabilidade de. C. V.: coeficiente de variação. ns – Não significativo; \*\* significativos a 1% e \* 5% pelo teste F.

As aplicações dos herbicidas haloxifope-p-metílico e fluazifope-p-butílico em mistura em taque com imazaquim e clorimuron causaram menores níveis de intoxicação

do sorgo, em 14 a 64%, respectivamente, aos 12 DAA, comparado aos graminicidas isolados, indicando efeito antagônico (CROON e MERKLE, 1988). O antagonismo foi atribuído ao efeito de imazaquin e clorimurrom-etílico, aparentemente, por diminuírem a absorção dos graminicidas haloxifope e fluazifope-p-butílico.

Ao testar combinações de quatro graminicidas (haloxifope-p-metílico, setoxidim, quizalofope-p-etílico e fluazifope-p-butílico) e quatro latifolicidas (clorimurrom-etílico, fomesafem, fluoroglycofen e lactofen), com ou sem adjuvantes, Peressin et al. (1991) observaram que o controle de *E. indica* com as misturas em tanque foram predominantemente antagonísticas, exceto pelos tratamentos em que se associaram os graminicidas haloxifope-metílico e quizalofop-etil. Ressalta-se que a presença de difeniléteres, tiadiazinas, assim como das sulfoniluréias na calda reduzem o controle de gramíneas em função do decréscimo na absorção e/ou translocação dos herbicidas fenoxipropiônicos e ciclocetonas, apesar de a mistura em tanque não reduzir o controle de dicotiledôneas (PERESSIN et al., 1991).

O capim-amargoso, quando em estádios fenológicos mais avançados, apresenta difícil controle, devendo ser utilizadas estratégias eficientes no seu manejo. Como essa planta daninha não ocorre sozinha, necessitam-se de misturas em tanque para o amplo controle. *Digitaria insularis*, até aos 30 dias após a emergência (DAE) tem crescimento lento, iniciando a formação dos rizomas aos 45 DAE. A partir desse ponto, há um rápido acúmulo de matéria seca e área foliar, atingindo o máximo crescimento aos 105 DAE (MACHADO et al., 2006). Inclusive, esses autores recomendam que o controle químico seja realizado até aos 34 DAE, indicando um período crítico de prevenção da interferência. Porém, em aplicações em pós-emergência, existem apenas cinco mecanismos de ação para o controle de *D. insularis*, restringindo-se a três grupos de herbicidas sistêmicos: inibidores da síntese de carotenoides, ACCase e EPSPS; apenas o glifosato não apresenta limitações quanto ao estágio fenológico (GEMELLI et al., 2012). Todavia, isso não significa que ele (glifosato) assegura o controle.

O efeito antagônico relatado por Barroso et al. (2014) em mistura de graminicidas com glifosato foi observado apenas em estádios mais avançados, assim, como identificado neste experimento. Associações de herbicidas no controle de capim-amargoso com os herbicidas dicamba e 2,4-D interferiram negativamente no controle da gramínea quando associado com haloxifope-p-metílico e glifosato, apresentando apenas entre 53 e 65% de controle, aos 42 DAA (PEREIRA et al., 2018). Para controle de capim-amargoso e capim-pé-de-galinha com quizalofope, doses de 1,5 L ha<sup>-1</sup> p. c. até

quatro perfilhos, e de 2,0 L ha<sup>-1</sup> p. c. para plantas mais desenvolvidas, são recomendadas (VILELA et al., 2019).

O clorimurrom-etílico deve ter sua utilização de forma criteriosa, pois em cafeeiros jovens doses elevadas podem causar significativos sintomas de toxidez. Além disso, a incompatibilidade da mistura entre fluazifope-p-butílico e clorimurrom-etílico pode ocorrer (Rodrigues e Almeida, 2018), como observado no controle de capim-amargoso no presente experimento.

#### 4. CONCLUSÕES

Os herbicidas cletodim e o haloxifope-p-metílico aplicados isoladamente foram altamente seletivos ao cafeeiro, mesmo em doses superiores às recomendadas.

Clorimurrom-etílico, aplicado nas doses recomendadas, apresenta seletividade para aplicações na linha de plantio em área total, o que não se verifica em doses elevadas.

Misturas em tanque de herbicidas inibidores da ACCase com clorimurrom-etílico devem ser realizadas com cautela, pois há risco de afetarem o desenvolvimento do sistema radicular do cafeeiro, em doses elevadas.

Todos os graminicidas testados promoveram controle excelente de *D. insularis*, nos três estádios fenológicos avaliados.

A mistura em tanque de clorimurrom-etílico e fluazifope-p-butílico deve ser evitada por apresentar antagonismo, se aplicada em estádios de desenvolvimento mais tardios do capim-amargoso.

## 5. REFERÊNCIAS

- ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE MALEZAS - ALAM. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.
- ANTUNES, W. C.; POMPELLI, M. F.; CARRETERO, D. M.; DaMATTA, F. M. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*). **Annals of Applied Biology**, v. 153, n. 1, p. 33-40, 2008.
- BARNWELL, P.; COBB, A. H. Graminicide antagonism by broadleaf weed herbicides. **Pesticide Science**, v. 41, n. 2, p. 77-85, 1994.
- BARROSO, A. A. M.; ALBRECHT, A. J. P.; REIS, F. C.; FILHO, R. V. Interação entre herbicidas inibidores da ACCase e diferentes formulações de glyphosate no controle de capim-amargoso. **Planta Daninha**, v. 32, n. 3, p. 619-627, 2014.
- CARVALHO, S. J. P.; ANDRADE, J. F.; PRESOTO, J. C. Efficacy and interaction of haloxyfop-clethodim tank mixtures to post emergence control of sourgrass in Brazil. **International Journal of Agriculture Innovations and Research**, v. 8, n. 2, p. 115-121, 2019.
- CARVALHO, F. P.; FRANÇA, A. C.; FRANCO, M. H. R.; AVELAR, M.; MOREIRA, S. D.; ALECRIM, A. D. O.; SANTOS, J. B. Sensibilidade de plantas de café micorrizadas a herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 13, n. 2, p.134-142, 2014.
- CARVALHO, L. B.; ALVES, P. L. C. A.; BIANCO, S. Sourgrass densities affecting the initial growth and macronutrient content of coffee plants. **Planta Daninha**, v. 31, n. 1, p. 109-115, 2013.
- CASTANHEIRA, D. T.; VOLTOLINI, G. B.; ALECRIM, A. O.; REZENDE, T. T.; MENICUCCI NETTO, P.; SILVA, L. C.; GUIMARÃES, R. J. Selectivity of the herbicide chlorimuron ethyl on young coffee plants. **Coffee Science**, v. 14, n. 4, p. 467-472, 2019.
- CORREIA, N.M.; LEITE, G.J.; GARCIA, L.D. Resposta de diferentes populações de *Digitaria insularis* ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v.28, n.4, p. 769-776, 2010.
- COLBY, S. R. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicides combinations. **Weeds**, v. 15, n.1, p. 20-22, 1967.

- CROON, K. A.; MERKLE, M. G. Effects of bentazon, imazaquin, or chlorimuron on haloxyfop or fluazifop-p efficacy. **Weed Technology**, v. 2, n. 1, p. 36-40, 1988.
- DORNELAS, G. A.; ROSSI, C. V. S.; PEREIRA, G. R.; REIS, P. R.; PEREIRA, M. C. Avaliação da seletividade do herbicida Verdict® Max (haloxifop 540 g i.a. L<sup>-1</sup>) à cultura do cafeeiro e sua eficácia no controle de capim-amargoso (*Digitaria insularis*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 43., 2017, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Fundação Procafé, p. 205-206, 2017.
- FREITAS, N. M.; FREITAS, F. C. L.; FURTADO, I. F.; TEIXEIRA, M. F. F.; SILVA, V. F. Herbicide mixtures to control dayflowers and drift effect on coffee cultures. **Planta Daninha**, v36:e018169798, 2018.
- GARCIA, A. L. A.; FAGUNDES, A. V.; PADILHA, L.; RABELO JUNIOR, C. A. M.; RAMOS, S. V. Herbicidas pós-emergentes com potencial de uso na implantação do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 35., 2009, Araxá. **Anais...** Araxá: Fundação Procafé p. 86-88, 2009.
- GEMELLI, A.; OLIVEIRA Jr., R. S.; CONSTANTIN, J.; BRAZ, G. B. P; JUMES, T. M. C.; OLIVEIRA NETO, A. M.; DAN, H. A.; BIFFE, D. F. Aspectos da biologia de *Digitaria insularis* resistente ao glifosato e implicações para o seu controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 2, p. 231-240, 2012.
- GERWICK, B. C. Potential mechanisms for bentazon antagonism by haloxyfop. **Weed Science**, v. 36, n. 3, p. 286-290, 1988.
- GOMES, L. J. P.; SANTOS, J. I.; GASPARINO, E. C.; CORREIA, N. M. Chemical control and morphoanatomical analysis of leaves of different populations of sourgrass. **Planta Daninha**, v. 35, n. 1, 2017.
- HESS, F. D.; THILL, D. Mode of action of lipid biosynthesis inhibitors (graminicides - ACCase inhibitors). In: **Herbicide Action Course**, Part A. West Laffayette: Purdue University, 2000, p. 334-356.
- MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; FIALHO, C. M. T.; TUFFI SANTOS, L. D. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 641-647, 2006.
- MACIEL, C. D. G.; LUSTOSA, S. B. C.; HELVIG, E. O.; COSTA, A. G. F.; RIBEIRO, R. B.; MATIAS, J. P. Selectivity of chlorimuron-ethyl to castorbean crops. **Planta Daninha**, v. 35, n. 1 :e017165959, 2017.
- MELO, M. S. C.; SILVA, D. C. P.; ROSA, L. E.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Herança genética da resistência de capim-amargoso ao glyphosate. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 14, n. 4, p. 296-305, 2015.

- PEREIRA, G. R.; ZOBIOLE, L. H. S.; ROSSI, C. V. S. Resposta no controle de capim-amargoso a mistura de tanque de glyphosate e haloxifope com auxinas sintéticas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 17, n. 2, e606, 2018.
- MARTINS, D.; TRIGUERO, L. R. C.; DOMINGOS, V. D.; MARTINS, C. C.; MARCHI, S. R.; COSTA, N. V. Seletividade de herbicidas aplicados em pós-emergência sobre capim-braquiária. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1969-1974, 2007.
- OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Eds.). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 1ª ed., 2011, 348 p.
- PARREIRA, M. C.; ESPANHOL, M.; DUARTE, D. J.; CORREIA N. M. Manejo químico de *Digitaria insularis* em área de plantio direto. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.13-17, 2010.
- PERESSIN, V. A.; VICTÓRIA FILHO, R.; PERECIN, D. Misturas de herbicidas: efeitos de adjuvantes no controle de plantas infestantes na cultura da soja. **Bragantia**, v. 56 n. 1, p. 103-116, 1997.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 7ª ed. Londrina: Edição dos autores, 2018. 764 p.
- RODRIGUES, R. J. A. **Eficácia e seletividade de herbicidas isolados e em associações no cafeeiro**. 2017. 108 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.
- RONCHI, C. P.; SOUSA JR., J. S.; ALMEIDA, W. L.; SOUZA, D. S.; SILVA, N. O.; OLIVEIRA, L. B.; GUERRA, A. M. N. M.; FERREIRA, P. A. Morfologia radicular de cultivares de café arábica submetidas a diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 3, p. 187-195, 2015.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Sustainable weed control in coffee. In: KORRES, N. E.; BURGOS, N. R.; DUKE, S. O. (Org). **Weed control: sustainability, hazards, and risks in cropping systems worldwide**. 1ed. Boca Raton, London, New York: CRC Press (Taylor & Francis Group), 2018, v. 1, p. 425-441.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Tolerância de mudas de café a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 421-426, 2003.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Weed control in young coffee plantations through post-emergence herbicide application onto total area. **Planta Daninha**, v. 22, n. 4, p. 607-615, 2004.

RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A. Growth and nutrient concentration in coffee root system under weed species competition. **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 679-687, 2007.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007, 367 p.

SIQUEIRA, R. H. S.; FERREIRA, M. M.; ALCÂNTARA, E. N.; CARVALHO, R; C. S. Atributos químicos de um latossolo submetido a diferentes controles de plantas invasoras em cafeeiros. **Coffee Science**, v. 10, n. 2, p. 138-148, 2015.

SYSTAT SOFTWARE Inc. - SSI. **Sigmaplot for Windows, version 11.0**. 2008. Disponível em: <http://www.systat.com/products/sigmaplot/>. Acesso em: 13 de outubro de 2018.

VARGAS, L.; ADEGAS, F.; GONÇALVES NETTO, A.; BORGATO, E. A.; NICOLAI, M.; CHRISTOFFOLETTI, P. J. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS) (grupo B). In: CHRISTOFFOLETTI, P. J.; NICOLAI, M. (Eds.). **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 4. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas Daninhas aos Herbicidas, 2016. p. 43-58.

VOLTOLINI, G. B.; CASTANHEIRA, D. T.; MENICUCCI NETTO, ALECRIM, A. O.; REZENDE, T. T.; GUIMARÃES, R. J.; GONÇALVES, A. H. Selectivity of fluazifop-p-butyl in young coffee plants. **Coffee Science**, v. 14, n. 3, p. 302 - 307, 2019.

YAMASHITA, O. M.; ORSI, J. V. N.; CAMPOS, O. R.; MENDONÇA, F. S.; RESENDE, D. D.; KAPPES, C.; GUIMARÃES, S. C. Tolerância de mudas de café conillon (*Coffea canephora*) a herbicidas aplicados em pós-emergência. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 2, p. 169-174, 2009.

ZOBIOLE, L. H. S.; KRENCHINSKI, F. H.; ALBRECHT, A. J. P.; PEREIRA, G.; LUCIO, L. R.; ROSSI, C. RUBIN, R. S. Controle de capim-amargoso perenizado em pleno florescimento. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 2, p. 157-164, 2016.

**INTERAÇÃO ENTRE FAIXAS DE CONTROLE E MANEJOS NA  
ENTRELINHA E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE  
DO CAFEIRO NA REGIÃO DO CERRADO MINEIRO**

**RESUMO**

As plantas daninhas em lavouras adultas de café são mantidas controladas sob a copa e, também, numa faixa próxima à saia do cafeeiro, e nas entrelinhas elas são roçadas, trinchadas ou dessecadas. O objetivo nesse trabalho foi avaliar a interação entre faixas de controle e manejos de plantas daninhas na entrelinha sobre o crescimento e produtividade do cafeeiro. Utilizou-se uma lavoura de *Coffea arabica* da cultivar Catuaí Vermelho IAC 144, plantada no espaçamento de 3,7 x 0,5 m, com 2 anos de idade. Os tratamentos foram compostos por três manejos da entrelinha, trincha, roçada e glifosato, e por quatro faixas de capina: 0, 30, 60 e 90 cm além da projeção da copa, em um esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As capinas foram feitas a cada 45 dias, e os manejos sempre que as plantas atingiam 45 cm de altura média. Ao longo de 2 anos consecutivos (2018 e 2019) foram realizados levantamentos fitossociológicos na entrelinha, determinação da matéria seca e dos conteúdos de nutrientes extraídos (reciclados) pela vegetação infestante, assim como medições do crescimento e produtividade do cafeeiro. O manejo com glifosato aumentou o intervalo entre as operações de controle, mas reduziu a diversidade de espécies de plantas daninhas na entrelinha. Apesar do maior teor de nutrientes verificado com o manejo químico, decorrentes de espécies seminíferas, não houve diferença ( $p > 0,05$ ) no conteúdo de nutrientes. Todavia, os manejos mecânicos produziram mais biomassa, indicando maior reciclagem de nutrientes acumulados ao longo do ano. Os manejos com glifosato e trincha proporcionaram maior crescimento do cafeeiro em 2018, em comparação à roçada, mas em 2019 não houve diferença entre eles. Não houve efeito dos manejos de entrelinha e das faixas de controle ( $p > 0,05$ ), nem da interação entre eles, na produtividade. Nenhum manejo afetou o crescimento do cafeeiro. A médio prazo, qualquer dos manejos testados na entrelinha foi eficaz no controle de plantas daninhas e não afetou o crescimento e a produtividade do cafeeiro, independentemente da faixa de controle empregada.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica*, plantas daninhas, competição, trincha, roçadora, manejo integrado.

**INTERACTION BETWEEN INTER-ROW WEED CONTROL STRIP WIDTHS  
AND WEED CONTROL METHODS AND ITS EFFECTS ON COFFEE  
GROWTH AND YIELDING IN CERRADO MINEIRO REGION**

**ABSTRACT**

In coffee plantation, weeds are kept under control under tree canopy as well as in a strip near the edge of the coffee tree, while inter-row weed are mowed, shredded or even dissected. The objective of this work was to evaluate the interaction between inter-row weed control strip widths and weed control methods. The experiment was performed on a 2-years-old 3.7 x 0.5 m spaced *Coffea arabica* cv. Catuaí vermelho IAC 144 commercial plantation. Three control methods: mowing, brush-shredding, and glyphosate; and four control strip widths: 0, 30, 60 and 90 cm beyond tree canopy projection; were evaluated under a 4 repeats split-plot design. Intra-row weeds hoeing was performed every 45 days, and each inter-row control methods when weed plants reached 45 cm of height. Inter-row Phyto-sociological evaluation, weed's extracted nutrients content (recycling), as well as coffee growth and yield measurements were performed over two consecutive years (2018 and 2019). Inter-row glyphosate weed control promoted a smaller weed diversity, as well as the time interval between weed control operations has increased. Despite the higher nutrient content verified with chemical management, resulting from seminiferous species, there was no difference ( $p > 0.05$ ) in the nutrient content. However, mechanical management produced more biomass, indicating greater recycling of nutrients accumulated throughout the year. In 2018, glyphosate and brush-shredding methods resulted in a higher coffee tree growth when compared to mowing method, however, in 2019, no significant differences were observed. There were no significant interaction effects of inter-row weed control strip widths and weed control methods on coffee tree yielding ( $p > 0,05$ ). No effects of the strip widths on coffee growth or yielding were observed. In a medium term, any of the evaluated inter-row weed control methods were effective, and they did not affect neither coffee tree growth nor yielding, regardless of weed control strip widths.

**Keywords:** *Coffea arabica*, weeds, competition, brush, brushcutter, integrated weeds management.

## 1. INTRODUÇÃO

A Região do Cerrado Mineiro abrange uma importante área, com 185,7 mil ha, com uma produtividade média de 24,7 sc ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2019). A cafeicultura nessa região é caracterizada por topografia plana, plantios em renque, adoção da irrigação, amplo espaçamento das entrelinhas, além de apresentar altitude geralmente superior a 1.000 m, estações climáticas bem definidas, com verão quente e úmido e inverno ameno e seco (FERNANDES et al., 2012). A topografia contribui de forma significativa para o emprego de atividades mecanizadas durante todo o processo produtivo. Ao mesmo tempo em que as entrelinhas largas permitem as operações mecanizadas, elas também favorecem o desenvolvimento de plantas daninhas (RODRIGUES, 2017).

A presença de plantas daninhas afeta a produção do cafeeiro de formas qualitativa e quantitativa, competindo por recursos do ambiente, sendo hospedeira de pragas e doenças e dificultando alguns tratos culturais. Por outro lado, as plantas daninhas apresentam importância para a produção agrícola, particularmente para a cafeicultura, através da reciclagem de nutrientes, abrigo para inimigos naturais das principais pragas, prevenção a erosão, manutenção da temperatura e umidade do solo, além de aumentarem seus teores de matéria orgânica (RONCHI et al., 2007; LEMES et al., 2010; FIALHO et al., 2012; SIQUEIRA et al., 2015).

As lavouras de café adultas têm o manejo de plantas daninhas realizado sob a saia do cafeeiro, em sua maioria, por controle químico, tanto com herbicidas em pré ou pós-emergência (RONCHI e SILVA, 2018). Durante o período de pré-colheita é realizada a dessecação da entrelinha para que a colheita e recolhimento dos frutos sejam realizados “no limpo”. Após esse período, nas primeiras chuvas, as plantas daninhas voltam a infestar a lavoura.

O grau de interferência das plantas daninhas é afetado pelas espécies e densidade, distribuição das plantas daninhas pelas características ligadas à cultura, como o espaçamento e cultivar, além da época e período de convivência (SILVA e SILVA, 2007). O período crítico de interferência das plantas daninhas sobre o cafeeiro em produção ocorre do florescimento à frutificação, coincidindo com o período de outubro a abril na região Sudeste (BLANCO, 1982), onde concentram-se as chuvas. Durante esse intervalo, o manejo da entrelinha é realizado de forma integrada, com manejos químicos associados a métodos mecânicos como trincha e roçadora.

O controle das plantas daninhas apenas na projeção da copa foi recomendado na cafeicultura por muito tempo, mas trabalhos recentes (SOUZA et al., 2006; DIAS et al., 2008; ARAÚJO et al., 2012; PEDROSA, 2014) sustentam a ideia de que o controle deve ser estendido além da projeção da copa, avançando na entrelinha. Inclusive, Araújo et al. (2012) propôs que o diâmetro da copa do cafeeiro seja usado como critério para se definir a faixa de controle lavoura nova. O fato é que vários cafeicultores, mesmo que de forma empírica, vêm adotando uma faixa de 0,50 m livre de plantas daninhas após a projeção da copa. Isso faz sentido, considerando que Pedrosa (2014) demonstrou que a competição da *U. brizantha* pelo N aplicado no cafeeiro não passou de 1% quando se manteve uma faixa de controle de 0,50 m. De qualquer forma, a largura ideal da faixa de controle permanece desconhecida, sobretudo quando se consideram os diferentes manejos da entrelinha.

Embora a importância da presença das plantas daninhas na entrelinha seja constantemente mencionada na literatura (DIAS et al., 2008; LEMES et al., 2010; SIQUEIRA et al., 2015), é preciso atenção com a sua presença, pois com o desenvolvimento do cafeeiro, suas raízes crescem lateralmente em direção à entrelinha, devendo ser adotadas faixas mínimas que visem evitar a competição na (ou próximo à) linha de plantio (ALCÂNTA et al., 2008). Os diferentes manejos de plantas daninhas na entrelinha do cafeeiro, seja através de controles mecânicos ou de aplicações de herbicida, influenciam as características físico-químicas do solo (ALCÂNTARA et al., 2009). Todavia, o uso de um único tipo de sistema de manejo de plantas daninhas pode selecionar espécies de difícil controle, que apresentam resistência a herbicidas, ou mesmo espécies que se disseminam por propagação vegetativa como *Cyperus rotundus* e *Commelina benghalensis*, através de enxada rotativa (ALCÂNTARA et al., 2008).

Considerando-se que as plantas daninhas presentes na entrelinha e próximos à saia exercem competição sobre o cafeeiro até que sejam roçadas, trinchadas ou dessecadas novamente, e podem, portanto, prejudicar o crescimento e a produtividade da lavoura, justifica-se manter permanentemente uma faixa de controle próxima à saia do cafeeiro. Resta saber qual a largura mínima dessa faixa de controle para assegurar, simultaneamente à prevenção da competição, os benefícios da cobertura do solo e a reciclagem de nutrientes na entrelinha. Acredita-se, portanto, que diferentes manejos da entrelinha, além de interferirem na dinâmica da comunidade infestante, podem afetar o crescimento e a produção do cafeeiro. Dessa forma, objetivou-se determinar a largura

mínima da faixa de controle a partir da projeção da copa do cafeeiro, em lavouras submetidas a diferentes manejos na entrelinha.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Condições experimentais

O experimento foi instalado na fazenda Platô Azul (18°51'17,6" S, 45°51'46,9" W, a 1.020 m de altitude), situada na Região do Cerrado Mineiro. Esta região, caracterizada pelo bioma Cerrado, é classificada por Köppen como Cwa devido ao clima temperado úmido com inverno seco e verão quente. A precipitação média é de 1.500 mm, com as chuvas concentradas nos meses de outubro a abril. O solo é um Latossolo Vermelho distroférico (SANTOS et al., 2013), apresenta textura argilosa e relevo suave ondulado. A análise química do solo da camada de 0-20 cm indicou resultados conforme Tabela 16. A lavoura é formada pela cultivar Catuaí Vermelho IAC 144, transplantada em novembro de 2015, no espaçamento de 3,7 x 0,5 m, irrigada por gotejamento. Em 2017, na catação, a produtividade foi de 9,3 sc ha<sup>-1</sup>.

Tabela 16 - Classificação física e química do solo da área experimental na Fazenda Platô Azul.

Análise granulométrica (%)												
Areia			Silte			Argila			Tipo*			
20			20			60			3			
Análise química												
pH	P	K	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al	SB	t	T	V	MO	Prem
	mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			-----			----- %	-----	mg L <sup>-1</sup>
6,7	44	172	0	8,2	1,7	2,4	10,3	10,3	12,7	81	4,6	8,4

Análise realizada no Laboratório de Análise de Solos Viçosa LTDA. Av. Santa Rita, 468 - CEP 36570-099 - Viçosa - MG. Granulometria – Método pipeta adaptado. Peneira Mesh (0,22 mm). pH em água, KCl e CaCl<sub>2</sub> - relação 1:2,5. Ca - Mg - Al - Extrator: KCl - 1 mol L<sup>-1</sup>; P - K - Extrator Mehlich 1; SB = Soma de bases; t = capacidade efetiva de troca de cátions; T = capacidade de troca de cátions potencial; m = índice de saturação de alumínio; Mat. Org. (MO) = C.Org x 1,724 - Walkley-Black; Prem = Fósforo remanescente. \* Conforme a capacidade de retenção de água: 3 – Argiloso.

O controle de plantas daninhas na área experimental foi aquele dos tratamentos, conforme será descrito abaixo. Os manejos fitossanitários foram realizados sempre que o monitoramento indicava níveis de controle, conforme o manejo da fazenda: para controle de bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) foram aplicados os inseticidas cartap na dose de 0,5 kg ha<sup>-1</sup> e clorpirifos a 0,72 kg ha<sup>-1</sup>; para controle de ácaro da leprose (*Brevipalpus phoenicis*) aplicou-se espirodiclofeno na dose de 0,072 kg ha<sup>-1</sup>; para

controle de broca-de-café foi utilizado o inseticida cyantraniliprole ( $0,15 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* na dose de  $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ . Para controle das doenças foram aplicados os seguintes fungicidas: ferrugem (*Hemileia vastatrix*), piraclostrobina+epoxiconazol:  $0,2+0,75 \text{ kg ha}^{-1}$ ; mancha de phoma (*Phoma costarricensis*), tebuconazol+trifloxtrobina:  $0,2+0,1 \text{ kg ha}^{-1}$ ; e para cercosporiose (*Cercospora coffeicola*), tiofanato-metílico na dose de  $0,7 \text{ kg ha}^{-1}$ . As aplicações foram realizadas com pulverizador hidropneumático (turbo-atomizador), marca Jacto, modelo Arbus 2000, bomba JP-150, ventilador com capacidade de 850 mm, rotação 2.100 rpm, com velocidade do ar de  $30 \text{ m s}^{-1}$ , ponta do tipo jato cônico vazio, marca Teejet, modelo 8001 vk, com volume de calda de  $400 \text{ L ha}^{-1}$ .

## 2.2. Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi realizado em um delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram testados 12 tratamentos, dispostos em esquema de parcelas subdivididas ( $3 \times 4$ ), sendo as parcelas constituídas pelos três manejos da entrelinha (trincha, roçadora e dessecação com glifosato), e as subparcelas por quatro larguras de faixa de controle (0, 30, 60 e 90 cm) a partir da projeção da copa (extremidade da saia). Cada unidade experimental foi composta por uma linha de 10 m contendo 20 plantas, sendo as 12 centrais consideradas úteis para avaliações. Duas linhas adicionais, uma de cada lado, foram utilizadas para composição da área a ser manejada na entrelinha, totalizando uma área experimental de  $6.216 \text{ m}^2$ .

Os manejos mecânicos foram realizados com trincha da marca Herder, modelo FLV 150, com largura de corte de 150 cm, rotação do rotor de 2.100 rpm, contendo 10 martelos, e com roçadora da marca Cemag, modelo TD 1.600, largura de corte de 160 cm, rotação do rotor de 2.500 rpm, com duas facas, com o trator trabalhando em velocidade constante de  $1,8 \text{ km h}^{-1}$ . O manejo químico foi realizado com o herbicida glifosato, na dose de  $0,72 \text{ kg ha}^{-1}$ , com volume de calda de  $200 \text{ L ha}^{-1}$ , através de pulverizador marca Jacto, modelo PH 400. As plantas daninhas da entrelinha foram controladas antes do florescimento, sempre que as mesmas apresentavam altura próxima a 45 cm (SIQUEIRA et al., 2015). Nos anos de 2018 e 2019 foram realizados o total de dez manejos com a trincha e dez com roçadora, e nove com glifosato (Tabela 17). As capinas para estabelecimento das diferentes larguras das faixas de controle foram realizadas com enxadas, a cada 45 dias.

Tabela 17 - Épocas de manejo da entrelinha nos anos de 2018 e 2019, para cada método de controle.

Manejos	Meses do ano									
	2018					2019				
	Jan	mar	abr	jun	out	nov	fev	abr	jun	Out
Tri	Jan	mar	abr	jun	out	nov	fev	abr	jun	Out
Roç	Jan	mar	abr	jun	out	nov	fev	abr	jun	Out
Gli	Jan	mar	abr	jun	out	-	fev	abr	jun	Out

Tri – trincha; Roç – roçadora; Gli – glifosato.

### 2.3. Variáveis avaliadas

#### 2.3.1. Levantamento Fitossociológico

As avaliações fitossociológicas foram realizadas em janeiro e outubro 2018 e em maio de 2019, compreendendo o período chuvoso e seco. A identificação das espécies de plantas daninhas infestantes foi realizada antes do manejo das plantas daninhas em cada sistema, através de quadro inventário de 0,09 m<sup>2</sup>, lançado 10 vezes em cada manejo de entrelinha, independentemente das faixas de controle. Foram analisadas: Frequência = nº de quadros que continha a espécie / área total coletada; Frequência relativa (FER) = 100 x frequência da espécie / frequência total de todas as espécies; Densidade = nº total de indivíduos por espécie / área total coletada; Densidade relativa (DER) = 100 x densidade da espécie / densidade total de todas as espécies; Abundância = nº total de indivíduos por espécie / nº total de quadros que continha a espécie; Abundância relativa (ABR) = 100 x abundância da espécie / abundância total de todas as espécies; índice de importância relativa (IVI), determinado pelo somatório da DER, FER e ABR (KRENCHINSKI et al., 2015).

#### 2.3.2. Determinação de nutrientes

Após a identificação das plantas daninhas no quadro inventário, cortou-se a parte aérea das plantas rente ao solo e toda a massa vegetal foi colocada para secar em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas a 70°C, para determinação da massa de matéria seca e estimativa posterior do potencial de biomassa das plantas daninhas reincorporada ao solo por área.

Para a determinação dos teores dos nutrientes P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu e Mn, as amostras foram trituradas em moinho de facas tipo Willey, com câmara de aço inoxidável e peneiras de 1,0 mm de diâmetro (40 mesh) e, posteriormente, submetidas à digestão nítrico-perclórica no Laboratório de Solos do *Campus* UFV- Florestal. Uma

amostra de 0,5 g do material vegetal foi pesada em uma balança analítica e transferida para um tudo digestor. Adicionou-se 4 mL de ácido nítrico (65%) e duas gotas de querosene, deixando-se em repouso por 12 h para digestão. O tubo digestor foi aquecido gradativamente a 120°C para total desprendimento de NO<sub>2</sub>. Após a digestão da matéria orgânica, o volume do ácido nítrico foi reduzido à metade, adicionou-se 2 mL de ácido perclórico (65%) e elevou-se a temperatura a 180°C, até o extrato apresentar volume de 2,0 mL. Após esfriamento, adicionou-se água destilada ao extrato até completar o volume de 25 mL (MALAVOLTA et al. 1989).

As determinações para Ca e Mg foram realizadas em alíquotas de 0,1 e 0,5 mL, retiradas do extrato de digestão em tubo de ensaio. Posteriormente, adicionou-se aos recipientes 2,0 e 2,5 mL de solução de SrCl<sub>2</sub> a 16 g L<sup>-1</sup> e completou-se os volumes com 22,9 e 22,0 mL de água deionizada, respectivamente. Em seguida, foi realizada leitura através emissão de luz no espectrômetro de absorção atômica (SARRUGE e HAAG, 1974).

Para a determinação dos micronutrientes foram retirados 1,0 mL do extrato nítrico-perclórico, que foram completados até o volume de 10 mL com água deionizada. Essa solução foi agitada e depois usada para a determinação dos teores de nutrientes através da emissão de luz pelo espectrômetro de absorção atômica.

A determinação de P foi realizada através de solução de 1 mL do extrato nítrico-perclórico, completados até 20 mL com água deionizada. Foi utilizada curva-padrão de calibração de concentração até 1 mg L<sup>-1</sup> de P, com solução de 1 g de subcarbonato de bismuto, sendo acrescentado 140 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado, e o volume completado para 1.000 mL. Posteriormente, uma alíquota de 111 mL desta solução foi adicionada em 0,88 g de ácido ascórbico em um balão volumétrico de 1.000 mL (BRAGA e DEFELIPO, 1974).

Para determinação do K foi retirada uma alíquota de 1 mL do extrato digestor e transferida para tubo de ensaio, onde foram adicionados 19 mL de água deionizada, e, após agitação, determinou-se o K pela emissão de luz no fotômetro de chama (MALAVOLTA et al., 1989).

Os teores de N foram determinados através do método de Kjeldahl, pesando-se amostras de 0,1 g de tecido e adicionando-as em tubos digestores contendo ácido sulfúrico juntamente com solução digestora composta por sulfato de cobre e sulfato de sódio durante 12 h. Depois foi feita a digestão a 350 °C até atingir a cor verde claro. Em

seguida destilou-se em presença de NaOH, água e ácido bórico a 4%, para posteriormente fazer a titulação com HCl (MALAVOLTA et al. 1989).

Os dados dos teores de macronutrientes ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e micronutrientes ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) foram calculados através da sua leitura, obtidas por curvas de calibração e sua relação com as massas utilizadas para a solução digestora. O conteúdo de nutrientes foi calculado pelo produto do teor observado pela massa da matéria seca contida no quadro inventário de 0,09  $\text{m}^2$  e extrapolados para 1 ha, neste cálculo, desconsiderou-se a área ocupada pela projeção média da copa do cafeeiro ao longo das medições (2 anos) e as faixas de capina, totalizando área útil de 5.242  $\text{m}^2$ .

### **2.3.3. Medições de crescimento**

O crescimento do cafeeiro foi quantificado pela medição da altura da planta, medida do ápice até o nível do solo, diâmetro do caule, medido aproximadamente a 2,0 cm do solo, em duas posições a 0-180° e 90-270° com auxílio de um paquímetro digital, e diâmetro da copa, através da projeção dos ramos da região do terço inferior do cafeeiro. A unidade experimental foi composta por cinco plantas centrais, iniciando-se a partir da sexta planta e intercalando-se até a décima quarta; esse arranjo produziu uma bordadura composta por cinco plantas. As avaliações foram realizadas em janeiro, julho e dezembro de 2018, e em junho e novembro de 2019.

### **2.3.4. Colheita**

Em julho de 2018 e de 2019 realizou-se a colheita manual dos frutos em cada unidade experimental. Após a derriça no pano, mensurou-se o volume do café e em seguida, amostras de 0,5 L de café maduro foram retiradas para avaliação da uniformidade de maturação dos frutos, utilizando-se de uma escala visual de cores da polpa, representando várias classes de maturação (classe 1: fruto verde; classe 2: fruto verde-cana; classe 3: fruto cereja; classe 4: fruto passa/seco), adaptado de Ronchi e DaMatta (2007).

Adicionalmente, outra amostra de café maduro (10 L) foi colocada para secar em terreiro asfaltado até atingir umidade próxima a 12% e seu volume e peso foram medidos. Em sequência, uma alíquota de 2,0 L de café em coco foi retirada para beneficiamento e determinação da massa de café beneficiado. Em seguida foram estimados o rendimento (litros de café maduro por saca de café beneficiado), renda (quilos de café em coco por quilo de café beneficiado) e a produtividade (sacas de café

beneficiados por hectare). Uma amostra de 100 g dos grãos de cafés foi submetida à análise granulométrica para classificação através do conjunto de peneiras 17, 15, e 13 de crivos circulares, e 11, 10 e 9 de crivos oblongos, e o fundo.

#### 2.4. Análises estatísticas

A análise descritiva do levantamento fitossociológico foi realizada por meio do índice de importância relativo (IVI) das espécies mais frequentemente encontradas (PITELLI, 2000). Os resíduos dos dados das variáveis de crescimento, colheita, matéria seca das plantas daninhas, teores e conteúdo de nutrientes foram previamente avaliados pelos pressupostos de homocedasticidade da variância, através do teste Bartlett, e de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Posteriormente às análises dos pressupostos, realizou-se análise de variância pelo teste F e, quando significativas, ajustaram-se equações de regressão que melhor explicassem o fenômeno biológico, apresentando alto valor de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e significativa dos parâmetros da regressão.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o levantamento fitossociológico realizado nos diferentes manejos de entrelinhas, identificaram-se 34 espécies de plantas daninhas, distribuídas em 12 famílias, destacando-se: Amaranthaceae, Poaceae, Asteraceae e Malvaceae (Tabelas 18, 19, 20, 21 e 22). Os manejos com roçadora e trincha apresentaram a maior diversidade, com 12 famílias cada, com 30 e 28 espécies, respectivamente. No manejo com glifosato foram observadas nove famílias e 20 espécies. Essa menor diversidade do manejo com glifosato pode ser decorrente da seleção de espécies de mais difícil controle que o uso do herbicida causou, pelo seu uso repetido ao longo do período, conforme apontado por DIAS et al. (2008).

A avaliação realizada em janeiro, correspondente ao período chuvoso, apresentou índices de importância relativa (IVI) altos para plantas de metabolismo C<sub>4</sub>, nos três manejos (Tabela 18). As plantas daninhas com maiores IVI, nos três tratamentos, foram *A. tenella*, *U. plantaginea*, *S. rhombifolia* e *A. retroflexus*. Essas observações, aparentemente incomuns, podem ser atribuídas à avaliação recente à implantação dos tratamentos. Nos manejos com trincha e roçadora também se destacam *Galinsoga parviflora* e *Eleusine indica*.

Tabela 18 – Índice de importância relativa (IVI) das principais plantas daninhas, que ocorreram em janeiro de 2018, em lavoura de café do Cerrado Mineiro, submetida a três manejos na entrelinha.

Famílias	Espécies	IVI		
		Gli	Roç	Tri
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i>	67,1	62,4	37,0
	<i>Amaranthus hybridus</i>	10,1	-	-
	<i>Amaranthus retroflexus</i>	18,3	17,5	12,2
	<i>Amaranthus spinosus</i>	19,3	-	14,0
	<i>Amaranthus viridis</i>	-	10,8	-
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i>	16,6	24,6	37,7
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	15,3	-	13,0
Convolvulaceae	<i>Ipomoea nil</i>	14,9	-	-
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i>	-	-	14,1
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	37,2	45,6	38,1
	<i>Eleusine indica</i>	-	23,5	23,3
	<i>Eragrostis pilosa</i>	11,7	-	-
Poaceae	<i>Urochloa decumbens</i>	-	-	19,3
	<i>Urochloa plantaginea</i>	35,4	29,9	27,6
	<i>Portulaca oleracea</i>	27,0	-	-
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	-	-	27,2

Gli – glifosato; Roç – roçadora; Tri – trincha.

Em junho de 2018, as espécies de plantas daninhas encontradas foram, de certa forma, similares às descritas anteriormente, observando-se as espécies *A. tenella* e *S. rhombifolia*, além de *A. hybridus* e *E. indica* (Tabela 18), que não haviam ocorrido anteriormente nos tratamentos de forma simultânea. A presença de *A. tenella* nos tratamentos com controle mecânico foi muito elevada, apresentando IVI de 73, superior em 60% ao de *S. rhombifolia*, a segunda planta daninha com maior ocorrência. A avaliação do efeito de faixas de controle de plantas daninhas no cafeeiro, realizadas por Dias et al. (2008), indicaram que *A. tenella*, *C. benghalensis* e *Cyperus rotundus* foram as principais plantas daninhas, e, decorrido um ano, *A. tenella* e *C. benghalensis* continuaram sendo as principais plantas daninhas, além de *D. insularis*.

As características de *A. tenella* (planta herbácea, muito ramificada, tendendo a formar uma cobertura intensa sobre o solo) influenciam no controle mecânico. Essa espécie alastra-se por enraizamento a partir de nós em contato com o solo, sendo controlada com aplicações de glifosato em doses de 540 a 1.440 g ha<sup>-1</sup> de forma eficientes a partir dos 14 DAA (CANOSSA et al., 2007). O manejo com roçadora selecionou espécies da família Amaranthaceae, porém, as espécies com maior IVI foram as mesmas dos três tratamentos, assim como na trincha, que proporcionou a maior

diversidade através das famílias Poaceae e Amaranthaceae. As principais plantas daninhas no manejo com glifosato foram *U. plantaginea* e *A. hybridus*.

Tabela 19 – Índice de importância relativa (IVI) das principais plantas daninhas que ocorreram em junho de 2018 em lavoura de café do Cerrado Mineiro, submetida a três manejos na entrelinha.

Famílias	Espécies	IVI		
		Gli	Roc	Tri
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i>	11,3	73,8	73,2
	<i>Amaranthus deflexus</i>	-	13,6	15,6
	<i>Amaranthus hybridus</i>	17,9	26,6	29,4
	<i>Amaranthus retroflexus</i>	16,7	-	-
	<i>Bidens pilosa</i>	-	-	17,5
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i>	-	13,6	-
	<i>Galinsoga parviflora</i>	15,3	-	16,8
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	-	-	17,9
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	10,4	35,9	43,8
	<i>Eleusine indica</i>	14,0	40,8	26,3
Poaceae	<i>Urochloa decumbens</i>	-	-	11,9
	<i>Urochloa plantaginea</i>	32,2	-	15,6
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	-	15,3	-
Rubiaceae	<i>Spermacoce latifolia</i>	-	-	13,0
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	-	16,7	-

Gli – glifosato; Roc – roçadora; Tri – trincha.

Na avaliação realizada em novembro de 2018 (Tabela 20), o levantamento fitossociológico do tratamento com glifosato não foi realizado por não apresentar nível de controle (baixa infestação). Os tratamentos com a roçadora e a trincha apresentaram resultados muito similares entre si, com predominância de *S. rhombifolia*, *G. parviflora*, *A. deflexus* e *Commelina benghalensis*. No tratamento com roçadora destacaram-se as famílias Amaranthaceae e Poaceae, enquanto com a trincha foram as espécies *Spermacoce latifolia* e *Richardia brasiliensis*, ambas da família Rubiaceae.

Em janeiro de 2019, *A. tenella* e *S. rhombifolia* tiveram ampla distribuição nos três tratamentos (Tabela 20). O manejo com a trincha destacou-se com a maior diversidade de plantas daninhas, sendo as principais *A. deflexus*, *S. rhombifolia* e *E. indica*. No manejo com glifosato, observaram-se as espécies *A. tenella*, *E. indica* e *U. decumbens*. Dias et al. (2008) avaliaram a influência das faixas de controle posicionadas na linha e na entrelinha do café, observaram predominância de *A. tenella*, *D. insularis* e *C. benghalensis*. O metabolismo intermediário fotossintético C3:C4 possibilita a planta uma característica muito importante de adaptação aos ambientes quentes, que apresentem baixa ou alta umidade, além de terem tolerância a baixas pluviosidades decorrente da maior espessura cuticular (VIVIAN, 2009).

Tabela 20 – Índice de importância relativa (IVI) das principais plantas daninhas que ocorreram em novembro de 2018 em lavoura de café do Cerrado Mineiro, submetida a três manejos na entrelinha.

Família	Espécies	IVI		
		Gli*	Roç	Tri
Amaranthaceae	<i>Amaranthus deflexus</i>	-	30,7	32,2
	<i>Amaranthus hybridus</i>	-	-	13,9
	<i>Amaranthus viridis</i>	-	11,3	-
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	-	11,0	12,0
	<i>Galinsoga parviflora</i>	-	38,0	34,1
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	-	26,7	13,0
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	-	50,9	31,1
	<i>Eleusine indica</i>	-	20,1	10,7
Poaceae	<i>Eragrostis pilosa</i>	-	14,6	-
	<i>Urochloa decumbens</i>	-	11,3	-
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	-	10,0	11,9
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	-	34,1	51,5
	<i>Spermacoce latifolia</i>	-	20,4	37,8
Solanaceae	<i>Nicandra physalodes</i>	-	-	21,4

Gli – glifosato; Roç – roçadora; Tri – trincha. \*Não foi realizado levantamento fitossociológico no manejo com glifosato.

Tabela 21 – Índice de importância relativa (IVI) das principais plantas daninhas que ocorreram em janeiro de 2019 em lavoura de café do Cerrado Mineiro, submetida a três manejos na entrelinha.

Família	Espécies	IVI		
		Gli	Roç	Tri
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i>	33,9	30,6	35,9
	<i>Amaranthus deflexus</i>	16,3	32,2	55,0
	<i>Amaranthus hybridus</i>	-	-	10,4
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i>	14,1	45,0	28,8
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	24,0	35,2	44,2
	<i>Urochloa plantaginea</i>	25,4	46,8	15,8
Poaceae	<i>Eleusine indica</i>	25,9	20,3	33,9
	<i>Urochloa decumbens</i>	11,7	-	-
	<i>Eragrostis pilosa</i>	-	-	14,3
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	-	-	25,6
Rubiaceae	<i>Spermacoce latifolia</i>	-	11,3	14,8

Gli – glifosato; Roç – roçadora; Tri – trincha.

Na avaliação de maio de 2019 (Tabela 22), a presença de espécies da família Poaceae foi menor. Destacaram-se, nos três tratamentos, as plantas daninhas *G. parviflora*, *S. rhombifolia* e *R. brasiliensis*, essas de metabolismo fotossintético C3, e *A. deflexus*, como C4. No tratamento com glifosato predominaram as espécies *S. rhombifolia*, *G. parviflora* e *C. benghalensis*. O manejo com roçadora apresentou menor diversidade de espécies enquanto a trincha o maior em maio de 2019 (Tabela 22). Em ambos os manejos destacaram-se *G. parviflora*, *S. rhombifolia* e *A. deflexus*. O manejo com a trincha propiciou maior diversidade de espécies, principalmente *A. deflexus*.

Tabela 22 – Índice de importância relativa (IVI) das principais plantas daninhas que ocorreram em maio de 2019 em lavoura de café do Cerrado Mineiro, submetida a três manejos na entrelinha.

Família	Espécies	IVI		
		Gli	Roç	Tri
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i>	25,0	15,0	10,1
	<i>Amaranthus deflexus</i>	36,6	31,2	64,3
	<i>Amaranthus hybridus</i>	-	-	12,1
	<i>Amaranthus viridis</i>	14,2	-	-
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	39,6	22,6	-
	<i>Galinsoga parviflora</i>	41,9	49,9	44,1
	<i>Melampodium perfoliatum</i>	-	-	15,1
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	39,9	-	21,7
Convolvulaceae	<i>Ipomoea nil</i>	19,1	-	-
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	45,8	46,0	50,7
	<i>Urochloa decumbens</i>	-	-	15,5
Poaceae	<i>Eleusine indica</i>	-	19,2	31,8
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	-	-	17,6
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	19,1	29,3	23,5
	<i>Spermacoce latifolia</i>	18,9	-	19,9

Gli – glifosato; Roç – roçadora; Tri – trincha.

Avaliações em faixas de controle no café, realizadas durante o período de maio, indicaram que as principais plantas daninhas foram *A. tenella*, *C. benghalensis* e *Cyperus rotundus* e, no ano seguinte, no mesmo período, as espécies *A. tenella* e *C. benghalensis* continuaram sendo as principais plantas da área, além de *D. insularis* (DIAS et al., 2008). Tem sido constatado em áreas de culturas perenes, dentre as quais as de café, que o uso frequente de glifosato tem levado à seleção de *D. insularis* e *C. benghalensis*, de forma que elas têm se tornado as principais plantas daninhas (DIAS et al., 2008).

Em levantamento realizado por Lemes et al. (2010) durante quatro anos em lavouras de café, verificou-se predominância das espécies *A. Tenella*, *A. Hybridus*, *C. Benghalensis*, *D. Horizontalis*, *D. Insularis*, *Parthenium hysterophorus* e *Euphorbia heterophylla*. O levantamento fitossociológico realizado em três épocas, em lavouras de café, de março a outubro, indicou que plantas daninhas monocotiledôneas tiveram sua infestação mais concentrada no período chuvoso, atribuindo isso à maior disponibilidade de água (RIBEIRO et al., 2017).

A estação do ano pode influenciar diretamente na presença de determinadas espécies infestantes nas lavouras. A maior ocorrência de plantas daninhas da família Poaceae em lavouras de café, na região do Alto Paranaíba, foram observadas no período chuvoso, relacionado ao clima mais propício para o crescimento de plantas com metabolismo C4 (SILVA et al., 2009).

As avaliações foram classificadas em períodos chuvoso e seco, com as plantas daninhas de metabolismo C4 com maior frequência durante as chuvas. À abundância de água, alta radiação e temperaturas elevadas influenciaram no uso eficiente da água destas plantas, determinado, através do coeficiente transpiratório. Espécies C4, como *A. hybridus*, têm coeficiente transpiratório de 152 mL para acúmulo de 1 g de matéria seca (SILVA e SILVA, 2007). As plantas de metabolismo C3 tiveram maior predominância no período seco, devido a menor incidência de luz e as características morfológicas das raízes que atingem maiores profundidades (SANTOS et al., 2008).

Espécies C4, se em condições ideais de crescimento, são mais eficientes em extrair recursos do solo em relação à espécies de metabolismo C3, inclusive na utilização do CO<sub>2</sub>, com maiores taxas de crescimento por tempo, acumulando maiores quantidades de biomassa e apresentando maior eficiência no uso da água (BRIGHENTI e OLIVEIRA, 2011). Entretanto, dependendo das condições que estejam expostas, que as espécies C3 podem apresentar melhor desempenho de crescimento. Plantas C4 demandam mais energia, proveniente da luz solar, para a produção de fotoassimilados, com uma relação de CO<sub>2</sub>:ATP:NADPH de 1:5:2 frente a 1:3:2 de plantas C3, respectivamente (TAIZ et al., 2017). A enzima PEP-Carboxilase, apresenta atividade ótima em temperaturas mais elevadas, assim, em períodos de baixa incidência luminosa e baixas temperatura, plantas C4 perdem a competição com plantas C3 (SILVA e SILVA, 2007).

De forma geral, pode se observar que os diferentes manejos de plantas daninhas da entrelinha da lavoura de café apresentaram alguma similaridade quanto à dinâmica das espécies no tempo. A aplicação de glifosato acabou selecionando espécies de difícil controle como *C. benghalensis*. Dias et al. (2008) descrevem que o uso frequente de glifosato tem levado à seleção de *D. insularis* e *C. benghalensis* nas áreas cultivadas com café. Santos et al. (2001) observaram que a menor eficácia do controle do glifosato sobre essas espécies foi devido à reserva de amido no caule, que reduziu a translocação simplástica. Os manejos mecânicos tendem a selecionar plantas de propagação vegetativa, pois estes métodos ao danificar tubérculos e estolões, quebram a dormência, induzindo a sua emergência (ALCÂNTARA et al., 2008).

Dentre os manejos de plantas daninhas na entrelinha do cafeeiro (mecânicos e químicos), os manejos com herbicidas em pré-emergência apresentaram os menores níveis de matéria orgânica do solo (MOS), conseqüentemente, proporcionando menores teores de nutrientes no solo (ALCÂNTARA et al., 2009). A escolha do método de

controle que implique na manutenção ou aumento dos teores de MOS é uma importante tomada de decisão, uma vez que esta característica está diretamente envolvida nos atributos qualitativos do solo (ALCÂNTARA et al., 2009).

Estudos sobre diferentes manejos de entrelinha (amendoim forrageiro, grade, roçadora, trincha, herbicidas em pré-emergência (oxifluorfem 0,72 kg ha<sup>-1</sup>) ou pós-emergência (glifosato 0,72 g ha<sup>-1</sup>) e braquiária apontaram que a aplicação de herbicida em pré-emergência influenciou negativamente os atributos químicos do solo, enquanto a roçadora proporcionou as melhores condições químicas, tanto em camadas superficiais e subsuperficiais do solo (SIQUEIRA et al., 2015).

O grau de interferência proporcionado pelas plantas daninhas (por exemplo, por nutrientes), varia conforme a espécie e densidade (RONCHI e SILVA, 2006). A convivência do cafeeiro com as espécies *D. horizontalis*, *B. decumbens*, *B. plantaginea* e *Mucuna aterrima* propiciou menores teores de nutrientes nas folhas no café, influenciadas pela densidade das plantas daninhas, com maiores teores de P observados em *B. plantaginea* (FIALHO et al., 2012). Espécies como *B. pilosa*, *C. diffusa*, *Leonurus sibiricus*, *N. physaloides*, *R. brasiliensis* e *S. rhombifolia* reduziram a matéria seca do cafeeiro linearmente com o aumento da densidade, e que essas plantas daninhas acumularam: 4,2 (N), 12,3 (P), 4,3 (K), 5,5 (Ca), 7,6 (Mg) e 4,4 (S) vezes mais nutrientes nas raízes do que o cafeeiro (RONCHI et al., 2007).

No presente trabalho verificaram-se que os teores de cada nutriente na matéria seca das plantas daninhas variaram apenas discretamente ( $p < 0,05$ ) ou não variaram ( $p > 0,05$ ) entre os métodos de manejo (trincha, roçadora, glifosato), nas diferentes épocas de avaliação (Tabela 23). Portanto, em cada época, as variações foram pontuais para alguns nutrientes, porém sem um padrão de resposta definido. A ausência de efeito dos métodos de controle também foi verificada ao se considerar a média geral das cinco épocas de avaliações para os nutrientes N, Mg, Fe, Zn e Mn (Tabela 23). Todavia, os teores de P, K, Ca e Cu foram maiores nas plantas daninhas submetidas ao manejo químico em comparação aos mecânicos. Apesar de não ter sido uma resposta geral para todos os nutrientes, é possível que plantas originadas de semente (que é o caso das plantas daninhas presentes na área dessecada com glifosato) apresentem teores de nutrientes no tecido maiores que aquelas originadas de rebrotas (que é o caso da trincha e roçadora), decorrentes da rápida decomposição e baixos teores de lignina (BRIGHENTI e OLIVEIRA, 2011; PACHECO et al., 2011).

Tabela 23 – Teores de nutrientes determinados nas plantas daninhas coletadas imediatamente antes dos manejos com trincha (Tri), roçadora (Roç) e glifosato (Gli) na entrelinha de lavouras de café no Cerrado Mineiro.

Manejo	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
	-----g kg <sup>-1</sup> -----					-----mg kg <sup>-1</sup> -----			
<b>24 de janeiro de 2018</b>									
Tri	21,1 b	2,0 b	122,3 a	7,7	9,0	459,7	29,5	33,1	15,4
Roç	20,6 b	1,5 b	79,5 b	13,0	10,0	409,2	29,3	40,8	16,2
Gli	31,1 a	3,1 a	127,9 a	13,4	13,2	372,3	37,5	39,7	37,4
C.V. (%)	27,85	32,83	27,59	71,48	54,82	41,76	30,74	38,48	136,4
<b>19 de março de 2018</b>									
Tri	27,4 a	1,8	48,3 b	11,2	10,5 a	318,3 a	21,0	26,9	15,0
Roç	25,1 a	1,7	75,0 a	9,6	9,1 ab	427,3 a	20,9	24,0	21,5
Gli	19,4 b	1,8	74,3 a	9,1	6,0 b	313,8 a	18,5	25,7	17,9
C.V. (%)	14,17	21,16	31,95	27,29	32,24	49,42	26,55	34,91	64,85
<b>10 de junho de 2018</b>									
Tri	30,5	1,3	72,2	10,5	9,4	396,8	23,1	37,6 a	12 ab
Roç	31,6	1,7	83,1	9,2	10,1	441,7	23,6	30 ab	14,2 a
Gli	37,9	1,7	94,8	8,5	8,3	403,7	21,0	24,5 b	10,2 b
C.V. (%)	41,39	26,23	26,62	29,27	36,33	50,78	31,22	38,99	27,72
<b>11 de outubro de 2018</b>									
Tri	30,7	1,8	74,6	13,9	11 ab	417,4	30 ab	34,9	19,2
Roç	32,6	1,7	77,8	10,8	7,3 b	349,1	34,5 a	31,6	37,5
Gli	35,5	2,0	94,8	16,3	15,4 a	406,3	22,8 b	23,6	26,3
C.V. (%)	13,03	23,45	31,65	27,78	43,03	32,45	23,37	43,45	89,72
<b>05 de abril de 2019</b>									
Tri	24,3	1,5 b	105,8	8,9	7,1	223,6	19,1	22,5	8,9
Roç	25,2	2,0 a	106,4	9,3	10,4	244,1	21,9	21,6	11,1
Gli	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)	27,98	20,66	35,1	41,12	48,88	54,69	14,4	34,47	39,98
<b>Média Geral</b>									
Tri ( $\bar{x}$ )	26,9	1,7 b	74,1b	10,6 b	9,8	351,7	23,5	29,9	14,3 b
Roç ( $\bar{x}$ )	25,9	1,7 b	82,8 ab	10,4 b	9,6	404,2	24,4	29,5	18,0 b
Gli ( $\bar{x}$ )	28,9	2,2a	99,4, a	13,4 a	11,9	378,1	26,9	30,4	27,8 a
C. V. (%)	28,4	31,0	41,5	41,8	44,3	49,4	34,0	43,5	93,9

( $\bar{x}$ ) -Média geral dos tratamentos do manejo da entrelinha. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% probabilidade. C. V.: coeficiente de variação.

As quantidades gerais de massa seca observadas nos manejos com trincha, roçadora e glifosato foram de 1,90, 1,71 e 1,85 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, considerando-se apenas área útil da lavoura. O menor valor encontrado foi do manejo com roçadora, ( $p < 0,05$ ), em comparação aos demais (Tabela 24). As massas dos manejos com trincha e glifosato também foram superiores ao da roçadora no manejo realizados em janeiro de 2018. Em junho de 2018 o manejo com glifosato foi superior com a maior massa seca. Nas demais épocas não se verificaram diferenças (Tabela 24). Embora os menores valores de massa seca foram atribuídos ao manejo com roçadora, por operação, mas ao

longo do ano realizaram-se cinco operações com a roçadora e a trincha, enquanto a aplicação de glifosato apenas quatro controles.

Matiello et al. (2013) mensuraram a quantidade de 22,8 t de massa fresca e 3 t de massa seca de plantas daninhas por hectare, em área total. A produção de biomassa e acúmulo de nutrientes em plantas daninhas em lavouras de café Conilon em produção orgânica, no espaçamento de 3,0 x 1,5 m, apresentaram acúmulo de 2,0 t ha<sup>-1</sup> em julho de 2006 e 3,0 t ha<sup>-1</sup> em dezembro, em cafés em pleno sol (RICCI et al., 2010).

Tabela 24 - Matéria seca das plantas daninhas nos manejos com trincha (Tri), roçadora (Roç) e glifosato (Gli) em cinco épocas de após cada amostragem, e média geral por operação.

Manejos	24/01/18	19/03/18	10/06/18	11/10/18	05/04/19	Média geral
	-----t ha <sup>-1</sup> -----					
Tri	1,64 a	2,09	2,15 b	1,36	1,67	1,90 a
Roç	0,36 b	2,01	2,15 b	1,39	1,98	1,71 b
Gli	1,58 a	1,51	2,65 a	1,14	-	1,85 a
C. V. (%)	66,47	83,41	39,97	66,27	35,38	71,66

( $\bar{x}$ ) -Médias dos tratamentos do manejo da entrelinha. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% probabilidade. C. V.: coeficiente de variação.

Em janeiro de 2018, os maiores conteúdos de N e P foram observados no manejo com glifosato, enquanto a trincha apresentou valores mais elevados de K. Nas demais épocas não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) do conteúdo de nutrientes dos manejos da entrelinha. Ao se considerar a média geral de todas as épocas não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre os manejos para o conteúdo dos macros e dos micronutrientes. O potencial médio de reciclagem dos conteúdos de N, P, K, Ca e Mg, independentemente da época e dos manejos foi de 31,0, 2,2, 104,7, 13,8 e 12,6 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 25). O número de operações com a trincha e a roçadora na entrelinha do cafeeiro, cinco por ano, produziram maior palhada, sendo responsável pelo acréscimo do conteúdo dos nutrientes em relação ao manejo com glifosato.

Tabela 25 – Conteúdo de nutrientes reciclados pelas plantas daninhas nos manejos com trincha (Tri), roçadora (Roç) e glifosato (Gli), após cada amostragem.

Manejo	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
	-----kg ha <sup>-1</sup> -----					-----g ha <sup>-1</sup> -----			
<b>24 de janeiro de 2018</b>									
Tri	22,8ab	2,5ab	144,5a	8,6	11,1	530,0	31,7	35,9	17,0
Roç	8,9b	0,6b	35,4b	5,6	4,5	148,3	13,8	19,8	7,6
Gli	31,0a	3,2a	127,8ab	13,4	11,4	378,6	36,6	36,8	32,4
C.V.(%)	76,88	83,8	80,01	85,8	85,8	110,6	75,9	76,1	138,2
<b>19 de março de 2018</b>									
Tri	41,7	2,8	77,5	17,7	15,7	546,4	33,0	41,7	21,7
Roç	33,1	2,3	107,7	12,3	12,8	518,5	29,0	33,8	36,3
Gli	18,9	2,0	89,5	10,0	6,8	385,1	21,8	29,5	17,4
C.V.(%)	89,46	90,49	105,5	90,8	96,2	126,8	100,8	106,4	214,3
<b>10 de junho de 2018</b>									
Tri	47,9	2,2	116,7	17,0	15,1	579,6	32,1	53,3	16,2
Roç	46,6	2,9	142,1	15,7	17,6	698,9	41,4	54,4	25,5
Gli	26,9	1,8	81,2	10,8	10,0	371,4	24,3	29,4	19,0
C.V.(%)	61,4	49,7	50,1	59,9	60,5	58,1	48,5	53,5	52,4
<b>11 de outubro de 2018</b>									
Tri	28,9	1,6	68,3	13,8	11,7	372,5	27,9	32,4	16,4
Roç	40,1	2,0	75,5	14,5	7,8	392,3	40,3	40,0	42,1
Gli	33,7	1,9	96,6	16,2	15,6	395,1	21,3	22,6	15,9
C.V.(%)	69,9	69,6	82,6	80,9	98,9	84,1	58,3	62,8	54,0
<b>05 de abril de 2019</b>									
Tri	33,3	2,0	146,4	12,0	9,7	304,0	26,4	31,3	12,6
Roç	30,0	2,6	137,3	11,6	12,8	338,4	27,9	29,1	15,4
Gli	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C.V.(%)	39,9	45,0	54,9	54,9	48,8	72,0	38,6	61,7	76,2
<b>Média Geral</b>									
Tri ( $\bar{x}$ )	37,0	2,4	101,3	15,0	13,6	493,0	31,1	39,9	18,2
Roç ( $\bar{x}$ )	33,1	2,2	108,1	12,6	12,4	481,3	30,9	36,8	27,4
Gli ( $\bar{x}$ )	28,9	2,4	104,6	13,7	11,7	401,6	27,3	30,5	22,3
C.V.(%)	78,8	80,3	84,9	81,8	88,4	109,7	80,7	86,1	186,4

( $\bar{x}$ ) -Médias das épocas para cada manejo da entrelinha. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% probabilidade. C. V.: coeficiente de variação.

A extração de nutrientes por plantas daninhas em uma lavoura da cultivar Acaiá, com 5 anos de idade, no espaçamento de 3,5 x 1,0 m, manejada com roçadora, foi estimada em 6,5 milhões de indivíduos por hectare extraía: 193 kg ha<sup>-1</sup> de N; 57 kg ha<sup>-1</sup> de P, 148 kg ha<sup>-1</sup> de K, 42 kg ha<sup>-1</sup> de Ca e 35 kg ha<sup>-1</sup> de Mg (MATIELLO et al. 2013).

O número de operações de controle de plantas daninhas com o glifosato foi 20% menor do que com os manejos mecânicos, que totalizaram em média cinco passadas ao ano. O manejo com glifosato embora tenha sido maior para teor de nutrientes e maior

massa de palhada das plantas daninhas, foi realizado menor número de operações anuais em comparação ao manejo mecânico, não acarretando em maior conteúdo de alguns nutrientes, visto que a reciclagem de nutrientes estar relacionado a massa da palhada produzida. Pais et al. (2011), avaliando a compactação do solo sobre a influência de diferentes manejos na entrelinha do cafeeiro, também realizaram cinco operações com a trincha e roçadora, porém, realizaram apenas três controles com herbicidas em pós-emergência por ano, relatando que trincha e roçadora causaram maiores compactações do solo.

Não se observou efeito significativo ( $p > 0,05$ ) da interação entre as faixas de capina e diferentes manejos de entrelinha para as variáveis altura da planta, diâmetro do caule e diâmetro da copa, assim como também não houve efeito significativo das faixas de controle isoladamente, em nenhuma época de avaliação. Todavia, houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre manejos na entrelinha para as variáveis altura, diâmetro da copa e do caule nas avaliações feitas em 2018, mas não nas realizadas em 2019 (Figura 11).

Os manejos da entrelinha com trincha e glifosato tiveram as melhores respostas para a altura do cafeeiro, nos meses de julho e dezembro de 2018 (Figura 11 A). O diâmetro da copa, avaliado em julho de 2018 (Figura 11 B), foi maior nos tratamentos com glifosato e trincha ( $p < 0,05$ ) em comparação à roçadora, pois apresentaram média de 1,53 e 1,52 m, respectivamente, contra 1,46 m da roçadora. Nas medições de dezembro 2018 foram observadas altura 4% superior para trincha ( $p < 0,05$ ) em relação à roçadora.

O diâmetro do caule não foi afetado ( $p > 0,05$ ) pelos tratamentos nas medições realizadas em julho de 2018 (Figura 11 C), porém, em dezembro de 2018, o manejo com a trincha propiciou o maior diâmetro do caule em comparação ao manejo com roçadora; o manejo com glifosato foi intermediário. Em dezembro de 2018, o controle químico e a trincha destacaram-se em relação à operação com roçadora para as três variáveis avaliadas, com médias 2,8, 2,5 e 3,6% superiores ( $p < 0,05$ ) à altura, caule e copa. Apesar das diferenças observadas em 2018, os tratamentos com glifosato, roçadora e trincha na entrelinha não afetaram ou alteraram o crescimento do cafeeiro no ano de 2019, independentemente das faixas de controle (por exemplo, mesmo onde ela não ocorreu), possivelmente porque todos eles foram eficazes na prevenção da competição.

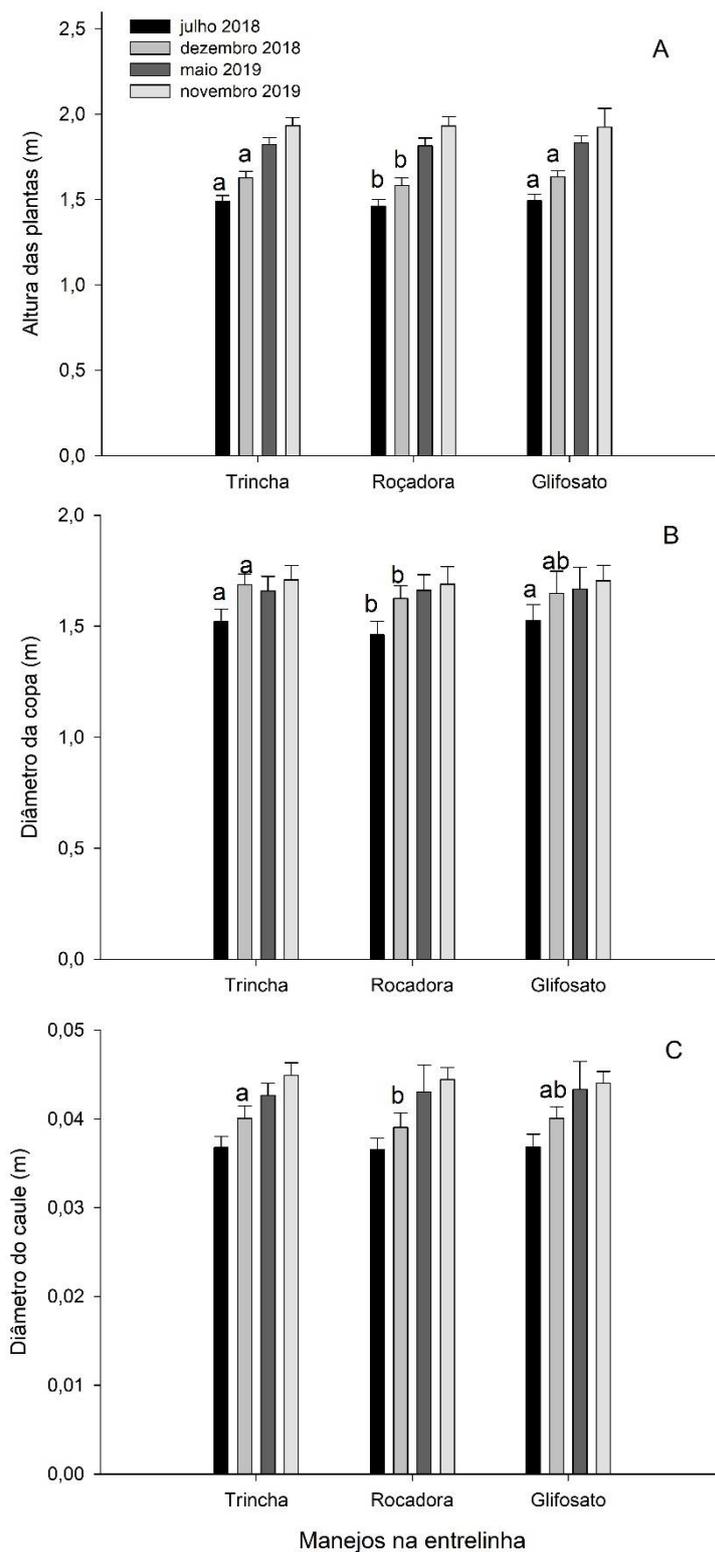


Figura 11 - Altura de planta (A) e diâmetros da copa (B) e do caule (C) do cafeeiro avaliados nos meses de julho e dezembro de 2018, e maio e novembro de 2019, em parcelas submetidas a manejos das entrelinhas com trincha, roçadora e glifosato, independentemente das faixas de controle. Cada barra representa a média, seguida pela mesma letra minúscula não diferem de si pelo teste Tukey,  $\pm$  erro padrão da média ( $n=16$ ).

A competição por nutrientes foi mínima ou não ocorreu mesmo considerando-se a real possibilidade de interação significativa entre os sistemas radiculares das plantas daninhas e do cafeeiro nas imediações do limite exterior da projeção da copa do café. Isso, pois, apesar de grande maioria das raízes do cafeeiro estarem concentradas próximas ao tronco e sob a projeção da copa do cafeeiro (RENA e DaMATTA, 2002; DaMATTA et al., 2007; RONCHI e SILVA., 2018), uma parte do sistema radicular direciona-se para a entrelinha.

É importante ressaltar que a luz solar é um recurso essencial utilizado na fotossíntese, sendo um fator limitante tanto ao cafeeiro como às plantas daninhas. Assim, o sombreamento promovido pelo cafeeiro sobre as plantas daninhas próximas à saia do cafeeiro, pode ter limitado o crescimento delas nessa região, o que pode ter contribuído para explicar a ausência de diferenças entre os manejos na entrelinha e, também, a ausência de efeito da faixa de controle sobre o crescimento do cafeeiro. Esse pode ser um argumento válido na medida em que Moreira et al. (2013) identificaram maior vigor das plantas daninhas que cresceram na entrelinha em relação àquele de plantas daninhas sob a saia do cafeeiro, pela diferença na disponibilidade de luz.

De fato, roçadas nas entrelinhas de culturas perenes podem talvez ser mais espaçadas se o nível de sombreamento da copa da cultura for acima de 60%, como demonstrado para o eucalipto por Caron et al. (2011). A competição por nutrientes, água e luz próximos ao cafeeiro é reduzida conforme a planta cresce e sua copa é capaz de impedir que as plantas daninhas tenham acesso a luz (RONCHI et al., 2003). Porém, o crescimento lateral das raízes das regiões que sobrepõem o diâmetro da projeção da copa do cafeeiro e que atinjam o início da entrelinha, apresentam interferência das plantas daninhas.

Nas avaliações realizadas nas colheitas tanto em 2018 quanto em 2019 não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) dos tratamentos sobre o grau de maturação dos frutos (Figura 12). No momento da colheita houve predominância do estágio cereja (52,2%) em 2018 e do estágio passa (50,9%) em 2019, em relação aos demais estádios de maturação (Figura 12). Isso decorreu das condições meteorológicas em cada ano. As medições meteorológicas realizadas no triênio de 2017, 2018 e 2019 (Figura 13) indicaram precipitações de 922,5, 1228 e 1462 mm, respectivamente. O comportamento das chuvas nos três anos foi de concentração no período de outubro a maio na Região do Cerrado Mineiro, próximo do que foi descrito por Fernandes et al. (2012). Todavia, mesmo em 2018 e 2019, que apresentaram maiores índices, as chuvas

foram mal distribuídas para o cafeeiro. Em 2017, de junho a agosto, houve déficit hídrico maior do que os outros anos, intensificando-se as chuvas a partir de outubro. Floradas principais e concentradas ocorreram, então, em 2017, devido ao déficit hídrico (DaMATTA et al., 2007; RONCHI e MIRANDA, 2020), levando a uma maior porcentagem de cerejas em 2018. Todavia, no segundo semestre de 2018, a irregularidade na distribuição das chuvas (agosto-36,5 mm; setembro-54,5 mm) condicionou floradas desuniformes. Isso, juntamente às chuvas no período pré-colheita em 2019, levou à desuniformidade de maturação de frutos em 2019, assim como a uma maior porcentagem de frutos passas (BORDIN et al.,2019)

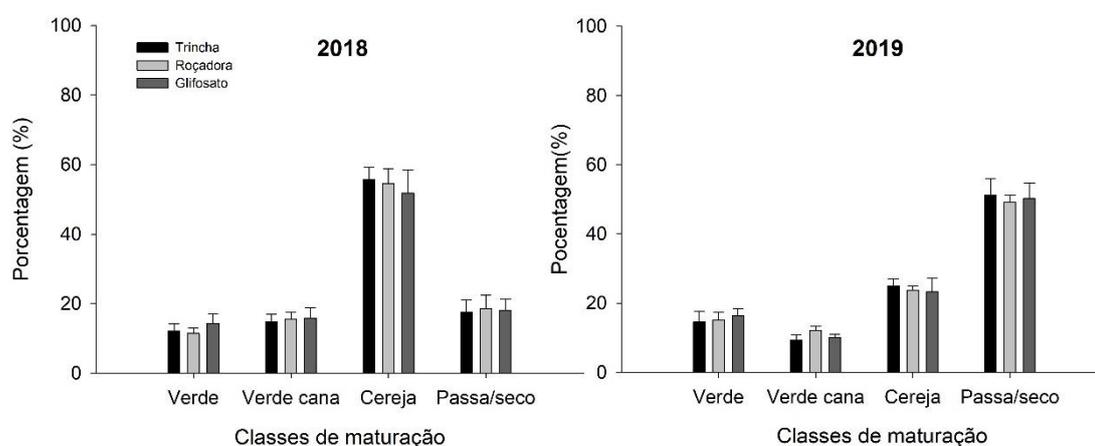


Figura 12: Graus de maturação dos frutos nas safras 2018 e 2019, em cada manejo na entrelinha, independentemente das faixas de controle. Cada barra representa a média  $\pm$  erro padrão da média ( $n=16$ ).

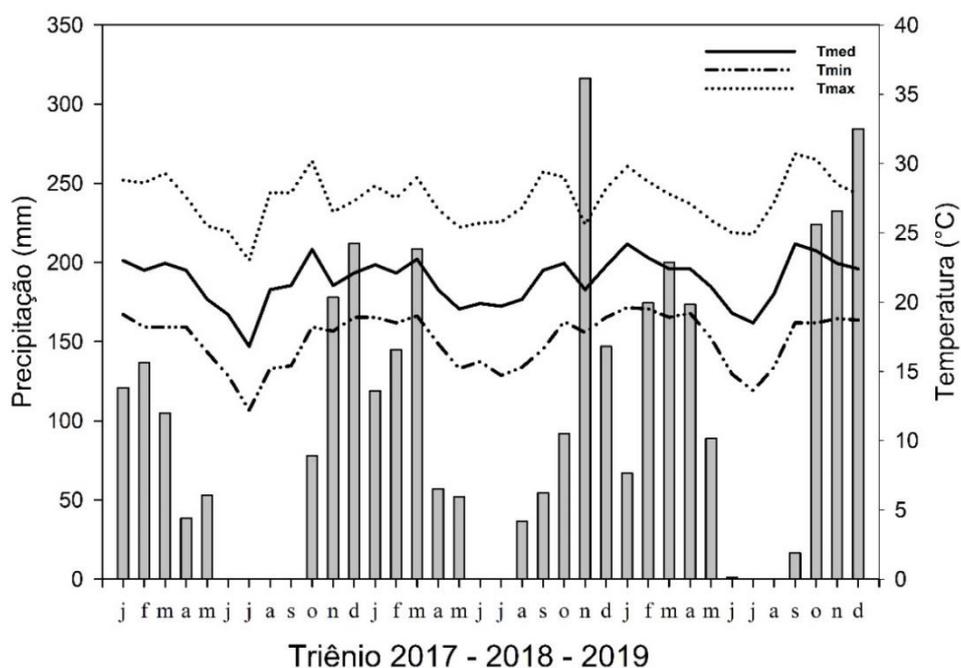


Figura 13 – Dados de precipitação, temperaturas médias (Tmed), máximas (Tmax) e mínimas (Tmin) na fazenda Platô Azul, no triênio 2017, 2018 e 2019.

O rendimento, a renda e a produtividade tanto em 2018 quanto em 2019 não foram afetadas ( $p>0,05$ ) pelos manejos da entrelinha ou pela largura faixa de capina (nem pela sua interação, Figura 14). As médias do rendimento, renda e produtividade para a colheita de 2018, primeira colheita da lavoura, foram de 597,2 L café maduro por saca, 1,93 kg kg<sup>-1</sup> e 74,9 sc ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Em 2019, as médias foram de 669,1 L café maduro por saca, 2,93 kg kg<sup>-1</sup> e 35,3 sc ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 14).

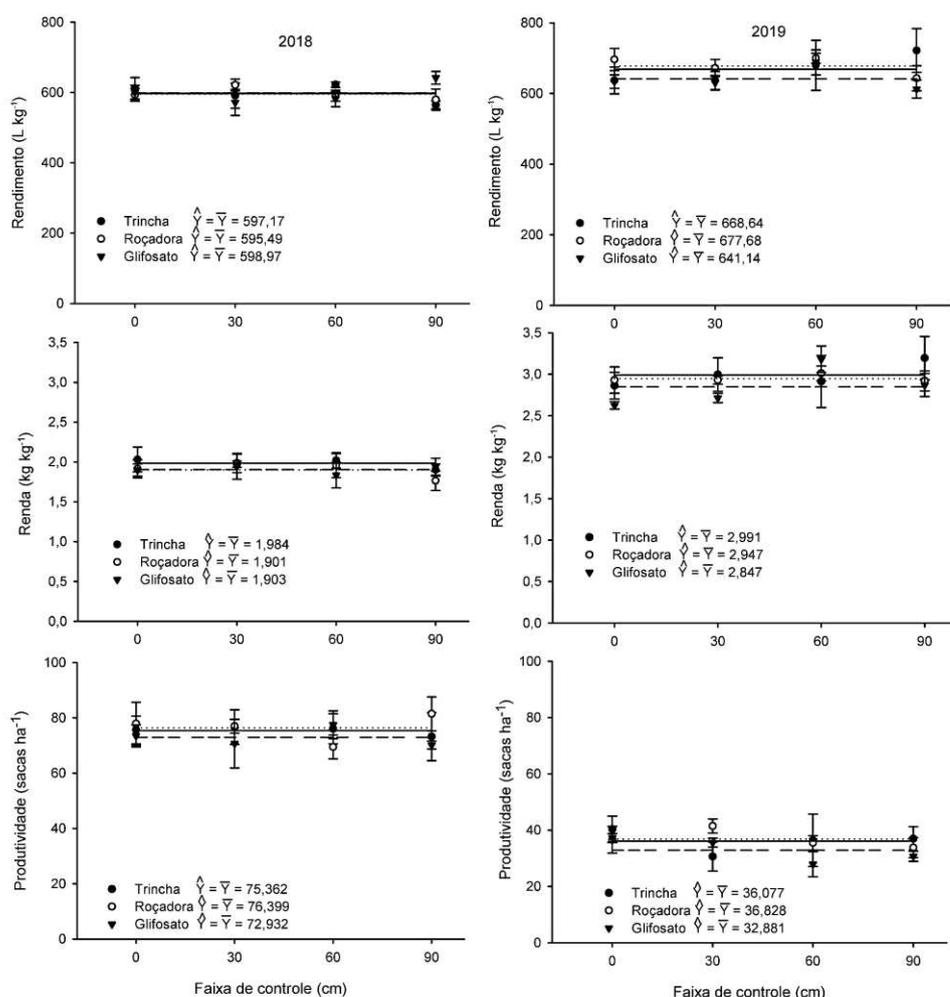


Figura 14: Rendimento, renda e produtividade em duas safras consecutivas (esquerda: 2018; direita: 2019) de lavoura de café submetida a três manejos de plantas daninhas na entrelinha e a diferentes larguras de faixa de controle.

A diferença de produtividade entre os anos de 2018 e 2019 é explicada pela bialidade, com 2018 apresentando bialidade positiva. Quando somadas a produtividade do biênio de 2018/2019 (Figura 15) também não foram encontrados efeitos significativos da faixa de controle e dos manejos de entrelinha, apresentando o valor acumulado de 110,2 sc ha<sup>-1</sup>. Essa produtividade média de 55,1 sc ha<sup>-1</sup>, muito acima da média nacional (CONAB, 2019), indica que mesmo sem diferenças significativas

entre esses manejos de entrelinha no crescimento, eles foram igualmente eficazes em controlar as plantas daninhas, preservando o cafeeiro da competição.

Embora os diferentes manejos da entrelinha e faixas de controle não tenham apresentado diferenças para a maioria das variáveis, estes estudos indicam a eficiência dos modelos adotados na prevenção da competição. Assim, o manejo integrado de plantas daninhas é uma ferramenta imprescindível na estratégia de controle diferentes espécies infestantes, adotando-se rotatividade dos métodos (SANTOS et al., 2008). Operações mecanizadas em lavouras cafeeiras correspondem por 5,9% do custo, através de dados de sete anos (FEHR et al., 2012). Na região de Alta Mogiana, estudos sobre viabilidade econômico-financeira, demonstraram custos variáveis de cafeeiro em produção de R\$ 812,00 ha<sup>-1</sup> com roçada, e 482,00 ha<sup>-1</sup> na aplicação de herbicidas na entrelinha (GOES e CHINELATO, 2018).

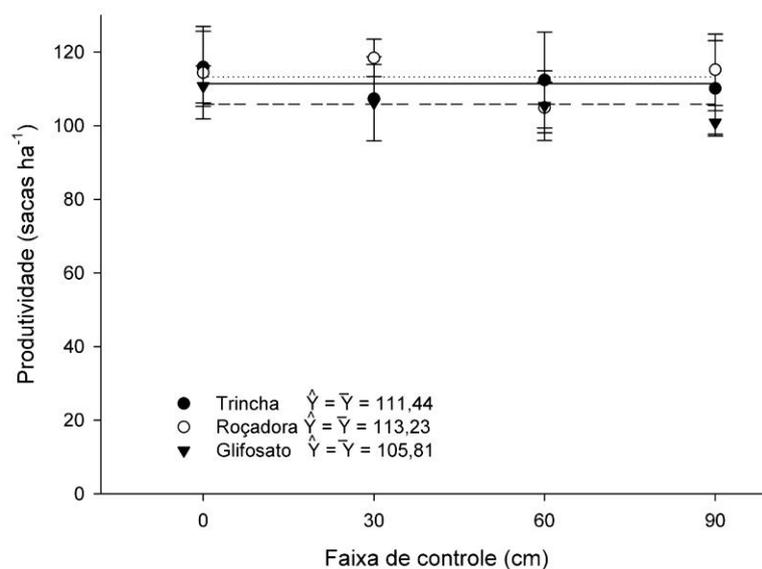


Figura 15: Produtividade acumulada da lavoura no biênio 2018/2019 em função das faixas de controle, em três manejos na entrelinha.

A faixa mais adequada de controle de plantas daninhas para o crescimento do cafeeiro jovem não é fixa, devendo ser mantida uma largura maior conforme a lavoura fique mais velha. Adicionalmente, e mais importante que isso, mostraram que em lavouras jovens a largura da faixa de controle deve se estender para além da projeção da copa (ARAÚJO et al., 2012) o que não ocorreu neste trabalho em dois anos de avaliação.

O período de convivência com plantas daninhas com o cafeeiro, em faixas de 0,5 m e em área total, durante um período de 4 anos de avaliação, indicaram que a

competição foi menos intensa no cafeeiro quando as plantas daninhas foram controladas em faixas (LEMES et al., 2010). Contudo, indicando que uma faixa de controle inadequada na linha de plantio durante a implantação e formação da lavoura pode comprometer as primeiras colheitas (LEMES et al., 2010). As plantas daninhas devem ser mantidas distantes além da projeção da copa, como indicado. A presença de raízes mais distantes do tronco, embora em menores quantidades do que as localizadas sobre raio mais próximo do dossel do cafeeiro é evidenciado por Motta et al. (2006), que observaram menores densidades de comprimento de raízes no centro da entrelinha.

A produtividade de lavoura de cafeeiro Mundo Novo 379/19, no espaçamento 3,5 x 0,70 m, submetidas a seis manejos da entrelinha ao longo de quatro anos, apresentaram produtividade dos manejos com herbicida em pré-emergência, pós-emergência, roçadora com *B. decumbens* e *B. ruziziensis* foram 29,1% superiores ao manejo com roçadora da vegetação espontânea da entrelinha (SILVA FILHO e MATIELLO, 2018). Assim, indicando que este tipo de manejo de roçada da entrelinha das plantas daninhas espontâneas pode não ser sustentável ao longo dos anos, pois não elimina completamente a competição (SILVA FILHO e MATIELLO, 2018).

O controle permanente de plantas daninhas há pouco tempo era recomendado apenas para a projeção da saia do cafeeiro e, na entrelinha, recomendava-se manejada com métodos de controle químicos ou mecânicos. Porém, autores como Lemes et al. (2010) demonstraram que valores fixos de faixa prejudicaram a produtividade, ou mesmo Araújo et al. (2012) provaram que ela deve ser estendida conforme o crescimento do cafeeiro ocorra, justificando a prática de faixas de controle além da projeção da copa do cafeeiro. Aparentemente essa faixa de controle não foi necessária, com base neste trabalho, pois mesmo quando ela foi de 0 cm, a produtividade foi igual quando adotado 90 cm de capina, indicando que manter sem faixa próxima à saia, mas com uso da roçadora, trincha ou de aplicação de herbicida são suficientes para controlar a competição e assegurar a produtividade.

As avaliações físicas dos grãos (peneiras) não foram afetadas ( $p > 0,05$ ) pelas faixas de controle nem pelos manejos da entrelinha do cafeeiro (Figura 16) tanto em 2018 como em 2019. Em 2018, a classificação das peneiras apontou os índices de P11 – 11,3%; P17 - 69,2%; P10 – 2,1%; P15 – 14,2; P9 – 0,4%; P13 – 3,3% e; Fundo – 0,7%. Na safra 2019, observou-se P11 – 1,8%; P17 - 45,2%; P10 – 2,4%; P15 – 27,1; P9 – 2,6%; P13 – 14,9% e; Fundo – 7,8%. A quantidade de grãos de café P17 observadas em 2018 foi 34,7% superior ao ano de 2019, mas independentemente disso, houve

predominância das peneiras 17 nos dois anos avaliados. Enfim, a ausência de efeito dos tratamentos sobre as peneiras é coerente com a baixa influência que as plantas daninhas causaram no crescimento cafeeiro, em função da eficiência dos manejos.

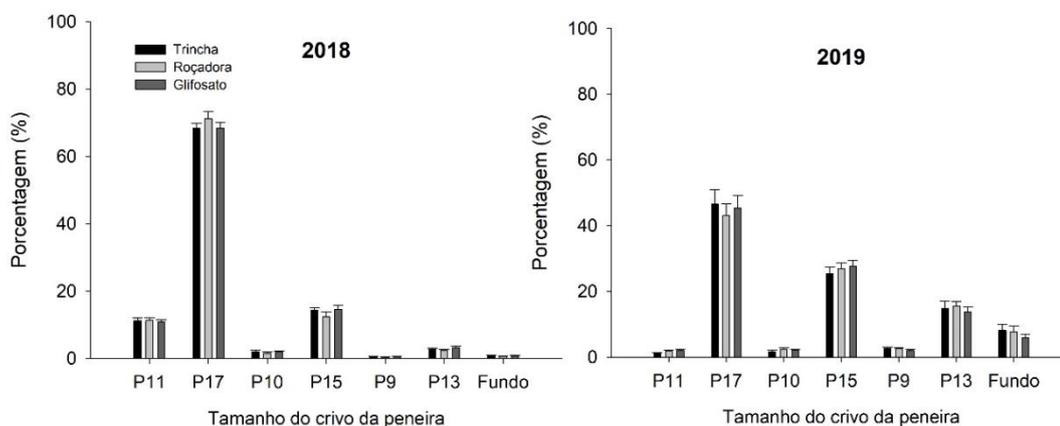


Figura 16: Porcentagem dos grãos em cada categoria de peneiras nas safras 2018 e 2019, em função dos manejos na entrelinha, independentemente das faixas de controle. Cada barra representa a média  $\pm$  erro padrão da média ( $n=16$ ).

#### 4. CONCLUSÕES

O manejo da entrelinha com glifosato reduziu a diversidade de plantas daninhas e selecionou a espécie *C. benghalensis*, mas exigiu menor número de operações mecanizadas ao longo do ano e promoveu maiores teores de cite-os na flora infestante, comparado aos demais

Os manejos da entrelinha com glifosato e com a trincha produziram maior volume de biomassa seca por área em operações unitárias, mas os manejos mecânicos reciclaram mais nutrientes no acumulado do ano.

No segundo ano de avaliação, não houve efeito dos métodos de manejo da entrelinha sobre o crescimento e produtividade do cafeeiro.

As diferentes larguras de faixas de controle próximas à saia do cafeeiro não afetaram o crescimento nem a produtividade do cafeeiro, independentemente do manejo adotado na entrelinha.

Não houve efeito dos manejos de entrelinha e larguras de faixas de capina próximas à copa do cafeeiro sob a uniformidade de maturação dos frutos e peneiras.

## 5. REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, E. L.; CUNHA, R. L.; SILVA, R. A. Manejo de mato em cafeeiro: métodos e coeficientes técnicos utilizados. **Informe Agropecuário**, v. 29, n. 247, p. 74 - 82, 2008.
- ALCÂNTARA, E. N.; NÓBREGA, J. C. A.; FERREIRA, M. A. Métodos de controle de plantas daninhas no cafeeiro afetam os atributos químicos do solo. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 749-757, 2009.
- ARAÚJO, F. C.; RONCHI, C. P.; ALMEIDA, W. L.; SILVA, M. A. A.; MAGALHÃES, C. E. O.; GOOD-GOD, P I.V. Optimizing the width of strip weeding in Arabica coffee in relation to crop age. **Planta Daninha**, v. 30, n. 31, p. 129-138, 2012.
- BLANCO, H. G.; OLIVEIRA, D. A.; PUPO, E. I. H. Período de competição de uma comunidade natural de mato em uma cultura de café em formação. **Biológico**, v. 48, n. 1, p. 9-20, 1982.
- BORDIN, B.C.M.; CAMPOS, A.A.V.; RIBEIRO, A.J.; RONCHI, C.P. Influência das condições meteorológicas na maturação dos frutos de café nas safras 17/18 e 18/19, no cerrado mineiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEL, 45. 2019, Poços de Caldas. **Anais...Poços de Caldas:Procafé**, p.265-266, 2019.
- BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica do fósforo em extrato de solo e plantas. **Revista Ceres**, v. 21, n. 1, p. 73-85, 1974.
- BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Eds). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 1ª ed., 2011, p. 1-36.
- CANOSSA, R. S.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; RIOS, F. A.; CAVALIERI, S. D. Efetividade de herbicidas no controle de *Alternanthera tenella*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 6, n. 1, p. 1-12, 2007.
- CARON, B. O.; SOUZA, V.Q.; COSTA, E.C.; ELOY, E.; BEHLING, A.; TREVISAN, R. Interceptação da radiação luminosa pelo dossel de espécies florestais e sua relação com o manejo das plantas daninhas. **Ciência Rural**, v. 42, n. 1, p. 75-82, 2012.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB - **Acompanhamento da safra brasileira de café** - quarto levantamento: dezembro de 2019. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em 23 de dezembro de 2019.
- DaMATTA, F. M.; RONCHI, C. P.; MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 19, n. 4, p. 485-510, 2007.

- DIAS, T. C. S.; ALVES, P. L. C. A.; LEMES, L. N. Faixas de controle de plantas daninhas e seus reflexos na produção do cafeeiro. **Científica**, v. 36, n. 1, p. 81-85, 2008.
- FEHR, L. C. F. A.; DUARTE, S. L.; TAVARES, M.; REIS, E. A. Análise das variáveis de custos do café arábica nas principais regiões produtoras do Brasil. **REUNA**, v. 17, n. 2, p. 97-115, 2012.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBREBRAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIRA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa Cerrado, 2013. 353 p.
- FERNANDES, A. L. T.; PARTELLI, F. L. BONOMO, R. GOLYNSKI. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 231-240, 2012.
- FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. A.; FARIA, A. T.; TORRES, L. G.; ROCHA, P. R. R.; SANTOS, J. B. Teor foliar de nutrientes em plantas daninhas e de café em competição. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 65-73, 2012.
- GOES, T. B.; CHINELATO, G. A. Viabilidade econômico-financeira da cultura do café arábica na região da Alta Mogiana. **Revista iPecege**, v. 4, n. 4, p. 31-39, 2018.
- KRENCHINSKI, F. H.; ALBRECHT, L. P.; CESCO, V. J. S.; RODRIGUES, D. M.; CORDEIRO, J. Levantamento florístico e fitossociológico de plantas daninhas: uma revisão dos métodos encontrados. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 217-228, 2015.
- LEMES, L. N.; CARVALHO, L. B.; SOUZA, M. C.; ALVES, P. L. C. A. Weed interference on coffee fruit production during a four-year investigation after planting. **African Journal of Agricultural Research**, v. 5, n. 10, p. 1138-1143, 2010.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989, 201 p.
- MATIELLO, J. B.; PAIVA, A. C. R. S.; LACERDA, G. R.; NEVES, P. F. C.; FILHO, M. J. S. Extração de nutrientes por plantas daninhas em cafezais, em sistemas de mato normal e de povoamento com *Brachiaria*, nas condições do Sul de Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 39., 2013, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Fundação Procafé, p. 53-54, 2013.
- MOREIRA, G. M.; OLIVEIRA, R. M.; BARRELA, T. P.; FONTANÉTTI, A.; SANTOS, R. H. S.; FERREIRA, F. A. Fitossociologia de plantas daninhas do cafezal consorciado com leguminosas. **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 329-340, 2013.

- MOTTA, A. C. V.; NICK, J. A.; YORINORI, C. T.; SERRAT, B. M. Distribuição horizontal e vertical da fertilidade do solo e das raízes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) cultivar Catuaí. **Acta Science Agronomic**. v. 28, n. 4, p. 455-463, 2006.
- PACHECO, L. P.; BARBOSA, J. M.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1, p. 1787-1799, 2011.
- PAIS, P. S. M.; DIAS JUNIOR, M. S.; SANTOS, G. A.; DIAS, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALCÂNTARA, E. N. Compactação causada pelo manejo de plantas invasoras em Latossolo Vermelho-amarelo cultivado com cafeeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 1949-1957, 2011.
- PEDROSA, A. W.; FAVARIN, J. F.; VASCONCELOS, A. L. S.; CARVALHO, B. V. OLIVEIRA, F. B.; NEVES, G. B. Resíduo de *Brachiaria* fertilizada com nitrogênio na adubação do cafeeiro. **Coffee Science**, v. 9, n. 3, p. 366-373, 2014.
- PITELLI, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Journal Consherb**, v. 1, n. 2, p. 1- 7, 2000.
- RENA, A. B.; DaMATTa, F. M. O sistema radicular do cafeeiro: estrutura e ecofisiologia. In: Zambolin, L. (EDs.) **O estado da arte de tecnologias na produção de café**, Viçosa: UFV, 2002. p.11-92.
- RICCI, M. S. F.; COSTA, J. R.; VIANA, A. J. S.; RISSO, I. A. M. Produção de biomassa e acúmulo de nutrientes pela vegetação espontânea em cultivo de café orgânico. **Coffee Science**, v. 5, n. 1, p. 17-27, 2010.
- RIBEIRO, P. C.; CUNHA, A. J.; SANTOS, J. C. F. Infestação e fitossociologia de plantas daninhas em cafezal irrigado por gotejamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 43., 2017, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Fundação Procafé, p. 183-184, 2017.
- RODRIGUES, R. J. A. **Eficácia e seletividade de herbicidas isolados e em associações no cafeeiro**. 2017. 108 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.
- RONCHI, C. P.; DaMATTa, F. M. Aspectos fisiológicos do café conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. (Eds.). **Café Conilon**. Vitória: Incaper, 2007. p. 95-119.
- RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. Sustainable weed control in coffee. In: KORRES, N. E.; BURGOS, N. R.; DUKE, S. O. (Org). **Weed control: sustainability, hazards, and risks**

in cropping systems worldwide. 1ed. Boca Raton, London, New York: CRC Press (Taylor & Francis Group), 2018, v. 1. p. 425-441.

RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A. Growth and nutrient concentration in coffee root system under weed species competition. **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 679-687, 2007.

SANTOS, I. C.; SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; MIRANDA, G. V.; PINHEIRO, R. A. N. Eficiência de glyphosate no controle de *Commelina benghalensis* e *Commelina diffusa*. **Planta Daninha**, v. 19, n. 1, p. 135-143, 2001.

SANTOS, J. C. F.; MARCHI, G.; MARCHI, E. C. S. **Cobertura do solo no controle de plantas daninhas do café**. Planaltina, Embrapa, 2008. 54p. (Documentos, 226).

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises Químicas em Plantas**. 1974. 56 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1974.

SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, 2007, 367 p.

SILVA FILHO, M. J.; MATIELLO, J. B. Diferentes sistemas de condução do mato, na entrelinha do cafeeiro, na Alta Mogiana-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 44., 2018, Franca. **Anais...** Franca: Procafé, p. 96-97, 2018.

SIQUEIRA, R. H. S.; FERREIRA, M. M.; ALCÂNTARA, E. N.; CARVALHO, R.; C. S. S. Atributos químicos de um latossolo submetido a diferentes controles de plantas invasoras em cafeeiros. **Coffee Science**, v. 10, n. 2, p. 138-148, 2015.

SOUZA, L. S.; LOSASSO, P. H. L.; OSHIWA, M.; GARCIA, R. R.; GOES FILHO, L. A. Efeitos das faixas de controle do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial e na produtividade do cafeeiro (*Coffea arabica*). **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 715-720, 2006.

VIVIAN, R. **Caracterização competitiva de *Alternanthera tenella*, *Tridax procumbens* e *Digitaria ciliaris*, com soja em condições de deficiência hídrica**. 2009. 130 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2009.

TAIZ, L. et al. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. Porto Alegre, RS: ARTMED LTDA, 2017. 858 p.

## 6. CONCLUSÕES GERAIS

As principais plantas daninhas que ocorreram em lavouras jovens foram *A. deflexus*, *C. benghalensis*, *E. indica*, *G. parviflora*, *S. rhombifolia*, *U. decumbens* e *U. ruziziensis*.

O herbicida oxifluorfem apresentou melhor desempenho até os 530 DAT em lavouras jovens.

O uso de glifosato, mesmo em aplicação em jato dirigido, deve ser realizado com cautela.

Não houve diferença na produtividade entre os herbicidas.

O uso de clorimurrom-etílico sobre a copa do cafeeiro causou pequena intoxicação no plantas, leve redução de crescimento da parte aérea e raízes.

Aplicações herbicidas inibidores da ACCase foram eficientes no controle de capim-amargoso até mesmo em estádios de sete perfilhos.

A associação de clorimurrom-etílico com fluazifope foi antagonística no controle de capim-amargoso, principalmente em estádios mais tardios.

As faixas de controle de capina não apresentaram respostas no crescimento e produtividade a curto prazo.

O manejo do glifosato apresentou menor diversidade de plantas daninhas, levando a maiores ocorrências de *C. benghalensis*, foi mais econômico nas operações mecanizadas ao longo do ano e maior teores de reciclagem de nutrientes.

As faixas de controle não apresentaram efeito no cafeeiro.

Os manejos da entrelinha influenciaram diretamente no crescimento da lavoura de café no primeiro ano, não apresentando respostas em 2019.

Os manejos mecânicos produziram mais biomassa, reciclando mais nutrientes no acumulado do ano.

Não houve efeito dos manejos de entrelinha e faixas de capina sobre a produção de café no biênio avaliado, porém apresentou produtividades altas.